ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUILLET 1908.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux des fumerolles de la récente éruption de l'Etna et sur l'existence de l'acide borique dans les fumerolles actuelles du Vésuve.* Note de M. A. LACROIX.

L'une des particularités de la récente éruption de l'Etna a consisté dans la faible intensité des phénomènes de fumerolles. Les dégagements gazeux importants n'ont duré que peu de jours le long de la fente éruptive et les quelques vapeurs qui s'élevaient de la coulée au lendemain de son arrêt étaient localisées en des points très limités, que j'ai trouvés encore actifs, lors de mon arrivée dans le Val del Bove. Cette pauvreté en fumerolles résulte non seulement de la brièveté des phénomènes explosifs et effusifs [1], mais encore de ce fait que le magma, naturellement pauvre en produits volatils, s'est écoulé rapidement sur une pente fort raide, pour s'étaler ensuite en couche de médiocre épaisseur sur une surface peu accidentée, circonstances qui ont entraîné son rapide refroidissement. L'absence de pluie ayant permis la conservation sur place de toutes les sublimations de sels solubles formées depuis le début des phénomènes, il m'a paru intéressant de rechercher si, dans une éruption de ce genre, la réduction de l'importance des fumerolles entraînait quelque particularité spéciale dans leur distribution

---

[1] Il semble résulter des observations de Silvestri que l'éruption de 1883, comparable par sa brièveté à celle qui m'occupe ici, a été, elle aussi, très pauvre en fumerolles.

et dans leur nature. Il n'en est rien. Tous les types habituels ont été représentés, avec cette réserve cependant que je n'ai trouvé aucun sel de cuivre dans les fumerolles les plus chaudes ([1]).

Fumerolles à chlorures alcalins. — C'est seulement sur les bords de la fente effusive que j'ai rencontré en petite quantité des dépôts cristallisés ([2]) attribuables aux fumerolles ne s'élevant que de la lave incandescente; ils consistent en cubes cristallitiques (groupés suivant un axe ternaire) de chlorure de sodium, avec un peu de chlorure de potassium et traces de carbonates et de sulfates.

Bien qu'en ce point la température de la lave consolidée fût encore de quelques centaines de degrés au moment de mes observations, il ne s'y produisait plus ni sublimation ni dégagement gazeux appréciables; c'est là un exemple typique d'une fumerolle refroidie sans avoir évolué.

Fumerolles chlorhydriques. — La fissure effusive ne présentait pas d'autres fumerolles que celles qui viennent d'être signalées. Par contre, des fumerolles chlorhydriques étaient nombreuses aux alentours des bouches explosives, qui jalonnent la fissure entre les deux Serra Giannicola. Elles ne dégageaient qu'une très faible quantité d'un mélange suffocant de vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique; la température la plus élevée était voisine de celle de la fusion du zinc (412° C.). Leur orifice était recouvert d'abondantes sublimations d'une couleur rouge orangé; l'examen de celles-ci m'a permis de déterminer sous quelle forme minéralogique le chlorure de fer se trouve à l'Etna.

Il y existe à l'état de chlorure double ammoniacal ($FeCl^3, 2AzH^4Cl, H^2O$) de *krémersite*, minéral qui n'avait été jusqu'ici observé qu'au Vésuve : il se trouve en cristaux ou en croûtes cristallines, seul ou associé à un peu de salmiac. Les cristaux, peu distincts, sont orthorhombiques; ils possèdent les formes, la couleur, l'absence de pléochroïsme, la forte biréfringence de l'érythrosidérite. Il est donc possible de vérifier, par l'observation directe du minéral naturel, l'inexactitude de son attribution au système cubique et de confirmer ainsi les constatations faites sur le produit artificiel, qui est isomorphe de l'érythrosidérite, le sel potassique correspondant; quelques échantillons renferment d'ailleurs une petite quantité de potassium.

([1]) Ceux-ci ne paraissent se produire que dans les fumerolles ayant quelque durée.

([2]) Sur quelques points de la coulée s'observaient cependant des enduits blancs pulvérulents, constitués par un mélange de chlorures et de sulfates alcalins; mais je n'ai pu en recueillir en quantité suffisante pour en faire une étude complète.

Au voisinage de ces fumerolles, il en existait d'autres, moins chaudes, ne fournissant que du salmiac et du soufre, généralement fondu; elles représentent le passage normal d'une fumerolle chlorhydrique au type sulfhydrique.

Fumerolles à chlorure d'ammonium seul. — La température des fumerolles rencontrées sur la coulée ne dépassait pas 200° C. et était généralement voisine de 100°. Elles étaient complètement dépourvues de soufre, mais donnaient d'assez abondantes sublimations de chlorure d'ammonium en cristaux petits, mais nets [a^2 (211) et rarement p (001)], incolores ou jaunâtres. Presque toutes dégageaient un peu d'eau, à réaction alcaline, dont la condensation a permis de mettre en évidence une petite quantité de carbonate d'ammonium, corps déjà constaté par Fouqué et Silvestri sur la lave de l'éruption de 1865.

J'ai observé en outre, au bas de la coulée nord de la Serra Giannicola grande, et presque en contact avec les fumerolles précédentes, un point où les vapeurs étaient légèrement acides (température un peu inférieure à celle de la fusion de l'étain) et où, çà et là, quelques cristaux de krémersite teintaient d'orangé des croûtes peu cristallines de salmiac.

La dissolution d'une dizaine de grammes de salmiac m'a permis d'y mettre en évidence une quantité notable de *fluor*, y existant probablement sous forme de fluosilicate alcalin; c'est la première fois que ce corps est constaté dans les fumerolles de l'Etna.

L'origine profonde du chlorure d'ammonium de toutes ces fumerolles est incontestable. L'absence complète de végétation dans la région où s'est produite l'éruption élimine complètement l'hypothèse d'une origine superficielle, qui est vraisemblable pour une partie des sels ammoniacaux des éruptions dans lesquelles (1865) la lave s'est épanchée dans la région boisée du volcan. Cette origine profonde est confirmée encore par l'existence de ce même sel dans les cendres des explosions vulcaniennes ([1]) du cratère (20 mai).

Fumerolles du Vésuve. — J'ai profité de mon voyage en Sicile pour étudier au retour les modifications de tout genre que le Vésuve a subies depuis l'éruption de 1906. Le flanc nord-est du cône terminal renferme toujours un champ de fumerolles assez actives, s'étendant depuis sa base jus-

([1]) Une faute d'impression s'est glissée dans ma Note précédente (p. 103) : la teneur en sels solubles (gypse dominant) de cette cendre n'est pas de 0,10, mais de 10 pour 100; l'analyse que j'ai donnée a été faite sur la cendre débarrassée de ses produits solubles.

qu'aux bords mêmes du cratère, qui continuent à s'ébouler dans la cavité béante. Ces fumerolles jalonnent une petite coulée, datant de 1906, qui est encore cachée sous les matériaux solides rejetés par les grandes explosions de ce même paroxysme; les divers types à chlorures alcalins, à acide chlorhydrique abondant et à hydrogène sulfuré s'y observent sans disposition régulière.

Parmi les premières, il en est qui ne présentent à leur émergence que des cristaux de chlorures de sodium et de potassium, tandis que d'autres fournissent de la cotunnite ($PbCl^2$) et que d'autres enfin, souvent bordées d'enduits de chlorures alcalins, teintées de vert par du chlorure de cuivre, sont caractérisées par de délicates lamelles de ténorite (CuO).

Une fumerolle en voie de refroidissement, voisine des bords mêmes du cratère, m'a fourni la matière d'une observation intéressante. Les fumerolles chlorhydriques voisines étaient riches en cristaux et en croûtes d'érythrosidérite, mélangée à un peu de chlorures alcalins. Les lapilli scoriacés que recouvrent ces minéraux étaient à peine attaqués; mais, à $0^m,50$ au-dessus de l'une de ces fumerolles, en un point où le sol n'avait plus qu'une température d'une centaine de degrés, la roche était profondément altérée et transformée en opale blanche, imprégnée de chlorures solubles à réaction acide, indistincts au point de vue minéralogique.

Dans cette gangue, j'ai trouvé en petite quantité un minéral, la *sassolite*, qui semble extrêmement rare au Vésuve. Dans son Catalogue en effet, A. Scacchi signale que l'acide borique n'a été rencontré qu'une seule fois dans le cratère, en 1817, par Monticelli et Covelli; je n'ai pas connaissance d'observations ultérieures sur ce sujet.

La sassolite constitue des amas de petites lames blanches; celles-ci, grâce à leur minceur, à leur légèreté et à leur éclat plus nacré, se distinguent facilement au premier abord du gypse lamelleux (qui abonde au voisinage dans des lapilli altérés). La forme hexagonale, les propriétés optiques (bissectrice aiguë négative, presque normale aux lames : $2E = 8°$ à $9°$) et les propriétés chimiques sont celles de l'acide borique normal.

Ce mode de gisement montre que le minéral s'est produit dans un type de fumerolles acides, moins chaudes que celles fournissant l'érythrosidérite. Cette opinion peut s'appuyer sur les conditions dans lesquelles la même substance se formait à Vulcano, avant l'éruption de 1888-1889, qui en a fait disparaître le gisement. Elle ne se rencontrait alors qu'en petite quantité dans les fumerolles à 200° C., mais était surtout abondante dans celles à 100°, qui déposaient du soufre.

L'existence d'un composé boré dans les fumerolles du Vésuve, rappro-

chée de celle du fluor, qui y a été maintes fois constatée, a un grand intérêt théorique. Les explosions paroxysmales de 1822, de 1872 et de 1906 ont en effet permis de constater que, dans la masse même du cône et par suite à une faible distance de la surface, les tufs volcaniques subissent d'intenses modifications métamorphiques ([1]), dues à des actions pneumatolytiques et comparables à celles qui accompagnent si souvent la mise en place des magmas intrusifs. Pour la démonstration de la continuité de ces phénomènes métamorphiques presque superficiels et de ceux produits en profondeur, il est important de constater à la bouche même du volcan la présence de deux des minéralisateurs, dont le rôle paraît avoir été des plus énergiques au voisinage des roches granitiques en voie de consolidation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates de strontiane et de baryte.* Note de M. DE FORCRAND.

J'ai indiqué récemment comment s'effectue la déshydratation progressive de la lithine par l'action de la chaleur, avec formation d'hydrates condensés. Pour étudier de la même manière la déshydratation de la strontiane et de la baryte hydratées, j'ai pris comme point de départ les combinaisons connues

$$SrO + 9H^2O \quad \text{et} \quad BaO + 9H^2O.$$

La composition de ces deux hydrates, qui a donné lieu à quelques discussions, est bien celle représentée par ces formules lorsqu'on a soin d'éviter la formation de carbonate et d'éliminer un peu d'eau mère interposée.

I. *Strontiane.* — Dans le vide sec, à $+10^\circ$ environ, l'hydrate $SrO + 9H^2O$ se déshydrate très lentement. Après une semaine il devient $SrO + 2H^2O$; mais, contrairement à ce que plusieurs auteurs ont annoncé, le poids ne reste pas constant, la substance perd encore de l'eau pendant un mois, et la limite définitive correspond à $SrO + H^2O$.

En chauffant l'hydrate à $9H^2O$ à 45°-50° dans un courant d'hydrogène sec, on arrive en 2 heures à $SrO + 2H^2O$, et il faut une journée pour atteindre $SrO + H^2O$, dont le poids ne varie plus ensuite.

([1]) Le rôle du fluor dans les transformations subies par les blocs métamorphiques de l'éruption de 1906 est mis en évidence par la présence de ce corps dans leur amphibole et dans leur biotite néogènes. Il n'est pas impossible qu'on rencontre tôt ou tard la tourmaline dans de semblables conditions.

Il y a donc certainement un hydrate à $2H^2O$ (bien que son existence ait été mise en doute); mais il possède déjà à $+50^\circ$ et même à $+10^\circ$ une tension d'efflorescence qui permet d'arriver lentement au monohydrate, de sorte que son existence n'est prouvée que par un ralentissement de la déshydratation, et non par une limite à poids constant.

Enfin, si l'on chauffe immédiatement à 95° l'hydrate à $9H^2O$ dans le courant d'hydrogène, on obtient en 2 heures le monohydrate.

Ce dernier composé résiste ensuite jusqu'à plus de 500°, après avoir fondu, sans se déshydrater, à 375°.

Ce n'est qu'à 540°, dans le courant d'hydrogène, qu'il cède de l'eau. Après 7 ou 8 heures, on aboutit à une nouvelle limite qui correspond à un oxyde *presque* anhydre. Sa composition varie un peu suivant la vitesse du courant d'hydrogène et est comprise entre $SrO + 0,22H^2O$ et $SrO + 0,06H^2O$.

La moyenne serait $SrO + 0,14H^2O$.

Il est probable qu'il se forme des mélanges de divers hydrates condensés, ayant des tensions de dissociation assez voisines, et que plusieurs auteurs ont considérés comme SrO anhydre.

En réalité il est impossible de dépasser $SrO + 0,06H^2O$, à 540° et même à 700°. Pour revoir la strontiane rigoureusement anhydre, il faut élever la température à 850° et prolonger l'expérience pendant plusieurs heures.

L'oxyde anhydre est une masse blanche volumineuse, amorphe.

II. *Baryte.* — Les phénomènes sont, au début du moins, assez analogues.

Dans le vide sec à froid, on obtient, au bout de 10 jours, le bihydrate $BaO, 2H^2O$, mais cette fois c'est une limite véritable; son poids ne varie plus lorsqu'on prolonge l'expérience pendant plusieurs semaines.

Le même bihydrate s'obtient encore à $+45^\circ$ dans le courant d'hydrogène. Il faut environ 15 heures pour obtenir un poids constant et la composition est alors $BaO + 2H^2O$.

A 90°-95°, dans le courant d'hydrogène, en partant soit du bihydrate, soit de $BaO, 9H^2O$, on prépare en quelques heures le monohydrate BaO, H^2O, dont le poids reste ensuite constant.

Ce monohydrate fond à 325°, mais sans changer de composition.

On peut ensuite le chauffer jusqu'à plus de 600° sans qu'il se modifie. Ce n'est qu'à 660° qu'une nouvelle élimination d'eau se produit, très lente d'ailleurs, mais il faudrait plusieurs journées pour préparer l'oxyde anhydre qu'on obtient en 2 ou 3 heures si l'on porte la température à 780°.

Dans le cas de la baryte, il ne semble pas se produire de composés inter-

médiaires entre le monohydrate et l'oxyde anhydre. Il n'y a pas d'arrêt dans la déshydratation.

III. *Déterminations calorimétriques.* — La dissolution directe de ces composés dans l'eau étant trop lente, j'ai dû les dissoudre dans l'acide chlorhydrique étendu, en tenant compte des chaleurs de neutralisation.

J'ai trouvé ainsi, pour la chaleur de dissolution dans l'eau, à + 15° (SrO dans 20l et BaO dans 12l) :

	Cal		Cal
$SrO + 9H^2O$.....	— 14,27 (1)	$BaO + 9H^2O$.....	— 14,50 (2)
$SrO + 2H^2O$.....	+ 5,26	$BaO + 2H^2O$.....	+ 7,06
$SrO + H^2O$......	+ 10,33 (1)	$BaO + H^2O$......	+ 11,40 (2)
$SrO + 0,14H^2O$..	+ 26,10		
SrO.............	+ 29,76 (3)	BaO.............	+ 35,64

D'où l'on déduit, pour *une* molécule d'eau liquide fixée :

				Cal
sur	$SrO + 2H^2O$	pour donner :	$SrO + 9H^2O$.....	+ 2,79
»	$SrO + H^2O$	»	$SrO + 2H^2O$.....	+ 5,06
»	$SrO + 0,14H^2O$	»	$SrO + H^2O$......	+ 18,34
»	SrO	»	$SrO + 0,14H^2O$..	+ 26,14
»	$BaO + 2H^2O$	»	$BaO + 9H^2O$.....	+ 3,08
»	$BaO + H^2O$	»	$BaO + 2H^2O$.....	+ 4,34
»	BaO	»	$BaO + H^2O$......	+ 24,24

IV. *Discussion.* — Ces résultats expliquent d'abord un fait qui surprend à première vue : c'est que le passage de $SrO + H^2O$ à SrO (bien qu'il corresponde seulement à 29,76 — 10,33, soit $19^{Cal},43$) est en réalité plus difficile que le passage de $BaO + H^2O$ à BaO, lequel donne $24^{Cal},24$. Cette anomalie est due à ce que, pour la baryte, le phénomène a lieu sans intermédiaire, tandis que la strontiane fournit d'abord plus facilement un ou plusieurs hydrates (voisins de $SrO + 0,14H^2O$), dont la déshydratation complète exige ensuite une température plus élevée.

La composition de ces hydrates intermédiaires montre d'ailleurs que ce sont des hydrates condensés. Par suite il est très probable que la strontiane anhydre n'est pas SrO, mais $(SrO)^x$, et par analogie on doit admettre aussi que la baryte est $(BaO)^{x'}$, c'est-à-dire un polymère de BaO.

(1) Berthelot avait trouvé : — 14,60 et + 10,10; Thomsen : — 14,64 et + 11,64.

(2) Berthelot avait trouvé : — 14,10 et + 10,30; Thomsen : — 15,21 et + 12,26.

(3) Ce nombre doit être substitué, après correction, à celui que j'ai publié antérieurement : + $30^{Cal},80$ (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 217).

Bien plus, ces mêmes données montrent que la condensation commence déjà à des températures relativement basses et s'effectue progressivement pour les deux bases.

Ainsi les nombres 2,79 et 3,08, très voisins d'ailleurs, ne sont pas *normaux*, en ce sens qu'ils indiquent que les deux hydrates à $9 H^2O$ devraient se dissocier respectivement à + 142° et + 152° C. Or il est certain que la température de dissociation réelle est beaucoup plus basse, environ + 102° et + 107° d'après les expériences de M. Lescœur (¹). L'écart, de 40° à 45°, ne peut s'expliquer que par une condensation endothermique de la molécule, lorsque ces hydrates à $9 H^2O$ se changent en hydrates à $2 H^2O$.

Pour le passage suivant, de 2 à 1 H^2O, le même raisonnement conduit à la même conclusion : nouvelle condensation endothermique dans les deux cas. En réalité, les hydrates que nous appelons *normaux*, parce que leurs plus simples formules peuvent s'écrire $M(OH)^2$, sont des polymères produits avec absorption de chaleur aux dépens des hydrates à $2 H^2O$ déjà polymérisés.

Et il est probable que les mêmes phénomènes se poursuivent encore pour aboutir à SrO ou BaO, avec ou sans formation d'hydrates extraordinaires, de sorte que ces oxydes seraient $(SrO)^n$ et $(BaO)^{n'}$, bien que la discussion devienne plus difficile dans ce cas, les calculs étant de moins en moins certains à ces températures élevées.

Il est certain d'ailleurs que, lorsque l'hydrate de chaux ordinaire $CaO + H^2O$ se transforme en CaO, des phénomènes analogues se produisent. La température de dissociation de cet hydrate, calculée d'après sa chaleur de formation (+ $15^{Cal},1$), serait en effet de + 552° C., tandis que l'expérience directe a donné à M. Le Chatelier + 450° environ, soit un écart de 100° à peu près, qui correspond à une condensation endothermique de 3^{Cal} pour CaO.

La manière dont se comportent tous ces oxydes anhydres en présence du gaz carbonique (carbonates basiques de Raoult) confirme d'ailleurs ces conclusions. Je compte y revenir prochainement.

Plus généralement ces faits rappellent la condensation des hydrates de ZnO, de SiO^2, de Al^2O^3, les résultats obtenus par MM. Wyrouboff et Verneuil avec les oxydes des métaux rares, etc.

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XIX, 1890, p. 65.

Ainsi que le disait dès 1879 M. Henry, la plupart des oxydes métalliques que nous connaissons sont des oxydes condensés.

Il y a lieu de croire, pour les oxydes des métaux polyvalents au moins, que ces condensations progressives, avec déshydratation partielle, se produisent par un mécanisme analogue à celui de la formation des anhydrides et des éthers, ou bien des hydrates de carbone de la Chimie organique.

M. **H. Le Chatelier** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Leçons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques, professées à la Faculté des Sciences de Paris.*

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie pour la Chaire de Chimie générale dans ses rapports avec l'Industrie, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers par la démission de M. *Jungfleisch.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 27,

M. Job obtient 25 suffrages.

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 26,

M. Brunel obtient 25 suffrages.

Il y a 1 bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne . . . . M. **Job**
En seconde ligne . . . . M. **Brunel**

CORRESPONDANCE.

M. le **Recteur de l'Université de Berne** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument érigé en l'honneur d'*Albert de Haller* et aux fêtes destinées à commémorer le deux-centième anniversaire de la naissance du célèbre physiologiste.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique, par le Dr E. Maurel. (Présenté par M. Bouchard.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — ***Remarques sur la Note de M.*** Lebedew : *La dispersion apparente de la lumière dans l'espace interstellaire*. Note (1) de M. **G.-A. Tikhoff**, présentée par M. Deslandres.

La Note de M. Lebedew sur la dispersion apparente dans l'espace cosmique est toute récente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 15 juin 1908, p. 1254); elle peut être ramenée aux quatre points suivants :

1° Si l'on explique les observations de M. Nordmann et les miennes par la dispersion cosmique, on la trouve comparable à la dispersion de l'air atmosphérique à 7^{mm} de pression et à 0° C. ;

2° L'explication par la dispersion n'est pas admissible, parce qu'elle est contraire aux théories régnantes ;

3° Il est possible de donner une autre explication basée sur les propriétés physiques des étoiles variables ;

4° La méthode de l'observation des minima dans les rayons différents ne peut pas servir à la recherche de la dispersion.

---

(1) Présentée dans la séance du 13 juillet 1908.

Pour estimer la valeur de ces objections [1], je suis conduit à présenter les résultats que je viens d'obtenir à Poulkovo sur la parallaxe de l'étoile RT Persée, et à préciser les idées qui m'ont guidé dans les recherches sur la dispersion cosmique.

1. M. Kostinsky a bien voulu préparer, sur ma demande, au moyen de l'astrographe de 13 pouces de Poulkovo, une épreuve pour la détermination de la parallaxe de RT Persée, par la méthode de M. Kapteyn, avec deux images, à chacune des époques suivantes : 13 février, 5 et 11 septembre 1907, 24 février 1908.

J'ai mesuré sur cette épreuve 123 étoiles et j'en ai choisi 41 qui sont toutes plus faibles que RT Persée au maximum. Pour l'erreur moyenne d'une parallaxe de ces 41 étoiles de comparaison, j'ai obtenu $\pm 0'',028$. Trois mesures de RT Persée ont donné les valeurs suivantes de sa parallaxe :

$$-0'',036; \quad -0'',030; \quad -0'',039.$$

En adoptant, pour son erreur moyenne, la valeur $\pm 0'',028 : \sqrt{3} = \pm 0'',016$, on obtient ainsi

$$\pi = -0'',035 \pm 0'',016.$$

L'erreur systématique ne peut pas dépasser quelques centièmes de seconde d'arc, parce que l'éclat de la variable diffère peu de celui des étoiles de comparaison (de 0,3 à 1,4 grandeur).

Il en résulte que la parallaxe de RT Persée est insensible. On peut donc adopter pour cette variable, qui est au maximum de la dixième grandeur, la distance moyenne des étoiles de cette grandeur, ce qui fait, d'après M. Kapteyn, 740 années de lumière. Or j'ai trouvé que le décalage entre les minima de $430^{\mu\mu}$ et $560^{\mu\mu}$ est de 4 minutes, ou, en passant aux ondes individuelles, 80 secondes. La différence des vitesses de ces rayons, si le décalage en question était dû à la dispersion cosmique, serait donc

$$\frac{80}{740.365 \times 24 \times 60 \times 60} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{3.10^8}$$

de la vitesse de la lumière, ou 1^{m} par seconde. Or la différence des vitesses de ces rayons dans l'air égale 870^{m} par seconde.

---

[1] Déjà, en 1906, M. Lebedew a présenté des objections à l'explication simple de la dispersion cosmique présentée par Belopolski et Tikhoff, pour les décalages observés sur β Cocher par la méthode spectrale. M. Lebedew les attribuait à une différence de pression qui s'établit sur chaque composante dans la partie tournée vers l'autre composante et dans la partie diamétralement opposée. L'objection de Lebedew et la réponse de Belopolski ont été publiées en russe dans le *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg* (1906).

Voilà donc une étoile qui ne donne déjà que 0,001 de la dispersion atmosphérique pour le milieu interstellaire. D'ailleurs, l'incertitude dans la parallaxe et les erreurs possibles des décalages trouvés conduisent à considérer ces comparaisons comme seulement provisoires.

2. L'histoire des travaux sur la dispersion donne la conviction absolue que l'idée de l'absence de la dispersion dans l'éther (ou, plus exactement, dans le milieu interstellaire) a son origine dans les observations astronomiques. Pour ne citer cette fois qu'un exemple, je donne l'extrait suivant du Livre de Lord Kelvin : *Baltimore Lectures* (London, 1904, p. 11) :

« We know the luminiferous ether better than we know any other kind of matter in some particulars. We know it for its elasticity; we know it in respect to the constancy of the velocity of propagation of light for different periods. Take the eclipses of Jupiter's satellites or something fare more telling yet, the waxings and wanings olf self-luminous stars.... These phenomena prove to us with tremendously searching test, to an excessively minute degree of accuracy, the constancy of the velocity of propagation of all the rays of visible light through the luminiferous ether. »

Il est donc très important d'entreprendre des observations de plus en plus précises sur la dispersion cosmique et les propriétés des rayons lumineux dans le milieu interstellaire. En fait le problème de la dispersion cosmique n'est pas encore résolu définitivement, et d'autre part la théorie de la lumière n'a pas encore dit son dernier mot.

3. En ce qui concerne l'explication des décalages observés, donnée par M. Lebedew, je dois remarquer d'abord que nous envisageons la question de façon très différente.

A mon avis, le nombre des étoiles observées et des régions étudiées dans leur spectre n'est pas encore assez grand pour permettre une critique utile; et il me semble prématuré d'imaginer des explications plus ou moins arbitraires des faits en question. Si d'ailleurs l'explication de M. Lebedew était juste en principe, on pourrait l'appliquer avec le signe contraire et admettre aussi justement que l'influence de l'asymétrie de l'atmosphère du satellite diminue l'effet dû à la dispersion et que les décalages observés sont plus petits que ceux dus à l'influence de la dispersion.

D'autre part, si l'explication de M. Lebedew était applicable aux étoiles RT Persée, Algol et λ Taureau, où une éclipse est certaine, il en faudrait imaginer d'autres pour W Grande Ourse (avec la variation continue de l'éclat) et pour β Cocher, observée spectroscopiquement.

4. La dernière objection de M. Lebedew est la plus facile à écarter. Il est possible, dans certains cas, de reconnaître et de séparer des influences différentes dont nous observons seulement la somme algébrique.

Il y a deux propriétés importantes des décalages qui proviendraient de la dispersion cosmique : 1° ces décalages doivent être proportionnels aux distances des étoiles; 2° pour chaque étoile, ils devraient se représenter par une fonction continue de la longueur d'onde, la même pour toutes les étoiles. (Nous laissons pour le moment de côté les inégalités possibles dans les différentes parties de l'espace.) Ainsi on peut indiquer dès maintenant les difficultés de concilier les décalages trouvés au point de vue de la dispersion. D'après les parallaxes, il est presque certain que RT Persée est plus distante de nous que Algol, tandis que, d'après les décalages des minima, RT Persée devrait être trois fois plus près que Algol.

On voit donc déjà qu'il y a là une influence différente de la dispersion, mais il convient surtout, non de rechercher les explications, mais d'augmenter le nombre et la précision des observations.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces réglées.*
Note de M. **Tzitzéica.**

M. Demoulin vient de faire une Communication intéressante sur les surfaces réglées. Comme j'étudie depuis quelque temps les lignes flecnodales de ces surfaces, je demande la permission à l'Académie de faire quelques remarques concernant les résultats de M. Demoulin.

1. Le théorème de M. Demoulin, relatif au centre de l'hyperboloïde osculateur à une surface réglée ayant une ligne flecnodale plane à l'infini, est un cas particulier du suivant :

Soient S une surface réglée, g une de ses génératrices rectilignes, H l'hyperboloïde osculateur à S le long de g, C_f une branche de la ligne flecnodale de S, F le point flecnodal de cette ligne sur g, P le point de l'arête de rebroussement de la surface développable circonscrite à S le long de C_f et qui correspond à F. Alors, P *est le pôle par rapport à* H *du plan osculateur en* F *de* C_f.

L'énoncé est long, mais les éléments géométriques qui s'y présentent sont simples et clairs.

2. Parmi les surfaces à cône directeur, qui admettent comme lignes flecnodales la ligne de striction et la courbe de l'infini de chaque surface, dont parle M. Demoulin dans sa Note, il y a une classe remarquable, celle des surfaces réglées dont le cône directeur est de révolution. J'ai démontré qu'une telle surface est un hélicoïde réglé ordinaire, engendré par une droite

soumise à un mouvement hélicoïdal autour d'un axe et non perpendiculaire à cet axe.

Il est intéressant de voir que cette propriété caractéristique de l'hélicoïde ordinaire remplace la définition métrique habituelle par une définition projective. En effet, les faits qu'une des branches de la ligne flecnodale est une courbe plane à l'infini, que l'autre branche est la ligne de striction de la surface, enfin que le cône directeur de la surface est de révolution, sont des propriétés projectives en relation particulière avec le cercle imaginaire de l'infini.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions algébriques de deux variables.* Note [1] de M. **H.-W.-E. Jung**, présentée par M. E. Picard.

Considérons un domaine algébrique K défini par l'équation

$$F(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

de degré n en z. A chaque courbe irréductible $\mathfrak{A}$ sur la surface (1), on adjoint un diviseur premier $\mathfrak{A}$ [2].

Un diviseur est entier, si tous ses diviseurs premiers ont des exposants positifs. On appelle en outre *diviseur de ramification* le produit de tous les diviseurs premiers de ramification, chacun pris avec la puissance égale à son ordre, et on le désignera par $\mathfrak{Z}$. Nous supposons dans ce qui suit, pour abréger, qu'il n'y ait qu'une seule courbe de ramification et que ses points multiples soient de telle sorte que les courbes adjointes sont identiques avec les courbes sous-adjointes. Soient $\mathfrak{A}$ un diviseur premier et $A(x, y) = 0$ la projection de la courbe $\mathfrak{A}$ sur le plan de x, y. Si $A(x, y)$ est du degré a, b en x, y et si f points de $\mathfrak{A}$ correspondent à un point de $A = 0$, nous appelons f le degré, (a, b) l'ordre et (fa, fb) le rang de $\mathfrak{A}$. Soit $\mathfrak{Q} = \mathfrak{A}_1^{\alpha_1}\mathfrak{A}_2^{\alpha_2}\ldots\mathfrak{A}_r^{\alpha_r}$ un diviseur quelconque et soient f_i le degré, $(a_i b_i)$ l'ordre du diviseur premier $\mathfrak{A}_i$. Nous appelons alors $(\Sigma\alpha_i f_i a_i, \Sigma\alpha_i f_i b_i)$ le rang de $\mathfrak{Q}$. En particulier, soit (w_1, w_2) le rang du diviseur $\mathfrak{Z}$. Dans ce qui suit le symbole $(\mathfrak{Q}_1, \mathfrak{Q}_2)$ signifie un nombre ne dépendant que des deux diviseurs $\mathfrak{Q}_1$, $\mathfrak{Q}_2$.

---

(1) Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

(2) HENSEL, *Ueber eine neue Theorie der algebraischen Funktionen zweier Variablen* (*Acta mathematica*, t. XXIII, 1900, p. 339-416).

On compte deux diviseurs dans la même classe, si leur quotient est une fonction de K.

C'est le nombre des diviseurs *entiers* linéairement indépendants d'une classe qu'on appelle *la dimension de la classe.* Nous désignerons la dimension d'une classe $(\mathfrak{Q})$ par $\{\mathfrak{Q}\}$.

Soient $\mathfrak{Q}$ un diviseur et (q_1, q_2) son rang. Soient de plus $\mathfrak{L}$ le dénominateur de x et $\mathfrak{M}$ celui de y. On trouve

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \left\{\frac{\mathfrak{L}^\lambda \mathfrak{M}^\mu}{\mathfrak{Q}}\right\} &= n(\lambda+1)(\mu+1) - (\lambda+1)\left(\frac{\varpi_2}{2}+q_2\right) \\ &\quad - (\mu+1)\left(\frac{\varpi_1}{2}+q_1\right) + \frac{1}{2}(\mathrm{Q},\mathrm{Q}) + \frac{1}{2}(\mathrm{Q},\mathfrak{Z}) + k + \varepsilon, \end{aligned}\right.$$

où k est une constante du domaine K. Dans cette formule le nombre ε est nul, si simultanément

$$\lambda > q_1 + \varpi_1 - 2, \qquad \mu > q_2 + \varpi_2 - 2.$$

Ce dernier résultat provient de la circonstance que, autrement, le théorème correspondant des fonctions algébriques d'une seule variable ne serait pas vrai. C'est un résultat qui est identique avec un théorème que M. Picard a démontré par une voie détournée [1], d'après lequel les adjointes d'une surface d'ordre m, qui sont d'ordre supérieur ou égal à $m-2$, donnent sur un plan arbitraire le système complet des adjointes du même ordre de la section plane.

Le genre géométrique dérive de (2) pour $\lambda = \mu = -2$, $\mathfrak{Q} = \mathfrak{Z}^{-1}$; il est donc, si nous désignons le nombre ε correspondant par $\delta - 1$,

$$p_g = \{\mathfrak{Z}^{-1}\mathfrak{L}^{-2}\mathfrak{M}^{-2}\} = n - \frac{\varpi_1}{2} - \frac{\varpi_2}{2} + k + \delta - 1.$$

Le nombre δ représente le nombre des différentielles totales linéairement indépendantes de première espèce de M. Picard. Nous avons donc, pour le genre numérique,

$$p_n = p_g - \delta = n - \frac{\varpi_1}{2} - \frac{\varpi_2}{2} + k - 1.$$

Le nombre δ a encore une autre signification. Soient $\mathfrak{A}$ un diviseur premier, $\mathfrak{A}'$ le produit de ses conjuguées.

---

(1) E. Picard, *Sur les fonctions algébriques de deux variables indépendantes* (*Journal de Crelle,* t. 129, p. 275) et *Théorie des fonctions algébriques de deux variables,* t. II, p. 438.

Toutes les fonctions de la forme

$$\Psi_{\lambda\mu} = \frac{\mathfrak{G}\mathfrak{A}}{\mathfrak{Z}\mathfrak{L}^{\lambda}\mathfrak{M}^{\mu}} \qquad \text{(où } \mathfrak{G} \text{ est un diviseur entier)},$$

qui deviennent nulles d'un ordre convenable pour ces points de $\mathfrak{A}$ correspondant aux points multiples de $A = 0$, sont des fonctions adjointes au diviseur premier $\mathfrak{A}$.

Pour la courbe gauche $\mathfrak{A}$, les différentielles

$$\Psi_{\lambda\mu} \frac{dx}{\frac{\partial A}{\partial y}} = -\Psi_{\lambda\mu} \frac{dy}{\frac{\partial A}{\partial x}}$$

ne deviennent infinies que pour x, y infinis, de l'ordre $\lambda - a + 2 = \lambda'$, $\mu - b + 2 = \mu'$.

Soient $r_{\lambda'\mu'}$ le nombre des différentielles de cette sorte linéairement indépendantes, et $\overline{r_{\lambda'\mu'}}$ le nombre des fonctions $\Psi_{\lambda\mu}$ linéairement indépendantes *relativement à la courbe* $\mathfrak{A}$. En posant

$$r_{\lambda'\mu'} - \overline{r_{\lambda'\mu'}} = \delta_{\lambda'\mu'}(\mathfrak{A}),$$

je trouve, conformément au résultat de M. Picard,

$$\delta_{00}(\mathfrak{A}) = \delta, \qquad \delta_{\lambda'\mu'}(\mathfrak{A}) = 0 \qquad (\text{pour } \lambda' > 0, \mu' > 0).$$

Nous pouvons écrire (2) sous la forme suivante : Soient F un diviseur et (t_1, t_2) son rang. Alors on a pour $t_1 > w_1 - 2$, $t_2 > w_2 - 2$

$$\{F\} = \tfrac{1}{2}(F, F) - \tfrac{1}{2}(F, \mathfrak{Z}) + t_1 + t_2 + p_n + 1.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points d'équilibre d'un fluide en mouvement.* Note de M. POPOVICI, transmise par M. Painlevé.

La présente Note est une contribution à l'étude des équations différentielles et des conditions initiales qui donnent aux coefficients différentiels la forme $\frac{0}{0}$. Mais, pour plus de clarté, je regarderai ces équations comme définissant les mouvements permanents d'un fluide *autour d'une position où la vitesse s'annule* (qu'on appelle *position d'équilibre*), les composantes de la vitesse étant supposées connues en chaque point x, y, z. Je me suis servi

des théorèmes de MM. Poincaré [1] et Liapounoff [2] sur la stabilité, et j'ai abordé aussi l'étude d'un cas de doute qui a été traité par M. Painlevé [3] pour quatre équations canoniques (deux variables avec fonction de forces). C'est le cas de deux racines imaginaires pures *avec* une racine nulle, qui n'est pas traité dans l'admirable et grand Mémoire de M. Liapounoff publié récemment (*Annales de Toulouse*), et qui est très intéressant comme étant le seul cas de stabilité pour les fluides à densité analytique et non nulle : la stabilité doit être entendue en ce sens qu'une particule du fluide qui est voisine de la position d'équilibre à l'instant t_0 en reste indéfiniment voisine.

Supposons un tel fluide soumis à un régime permanent. La première chose qu'on se demande est le nombre des positions d'équilibre dans une région R. Ce nombre sera donné par le résidu de l'intégrale de Kronecker si la région R n'est pas coupée par la surface $\delta = \frac{D(u, v, w)}{D(x, y, z)} = 0$, u, v, w désignant les vitesses supposées analytiques. Supposons que l'origine soit une position d'équilibre. On aura

$$\frac{dx}{dt} = ax + by + cz + \ldots, \qquad \frac{dy}{dt} = a'x + b'y + c'z + \ldots,$$
$$\frac{dz}{dt} = a''x + b''y + c''z + \ldots.$$

Parmi nos résultats, nous allons énoncer ces théorèmes :

1. *Toutes les positions d'équilibre d'un liquide ou d'un gaz à densité analytique et non nulle sont* INSTABLES, sauf celles qui peuvent se trouver sur la surface $\delta = 0$.

2. *Le mouvement général d'un liquide* (ou gaz de la nature indiquée) *ne peut jamais être développé en série de produits de puissances* $\alpha_1 e^{\lambda_1 t}$, $\alpha_2 e^{\lambda_2 t}$, $\alpha_3 e^{\lambda_3 t}$, *les* α *étant tous différents de zéro.*

Ces deux propositions résultent de ceci : que la somme des racines de l'équation déterminante $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ doit être nulle si la densité ne s'annule pas.

---

[1] *Journal de Liouville*, 1881, 1882, 1885.

[2] *Id.*, 1897. — *Annales de Toulouse*, 1907.

[3] Voir plusieurs Notes : *Comptes rendus*, 1897 et 1905. Pour les équations de Lagrange, voir le Mémoire de M. Bohl (*Journal de Crelle*, 1904).

3. *Il existe quelques trajectoires particulières stables* ([1]) qu'on obtient en prenant $\alpha_i = 0$ pour $|e^{\lambda_i t}| > 1$.

4. *Lorsqu'il existe un potentiel des vitesses toutes les positions d'équilibre sont instables,* car, le tourbillon à l'origine étant nul, les solutions de l'équation déterminante seront réelles et n'auront pas le même signe (on suppose $a, b, c, \ldots, c'' \neq 0$).

Reste à étudier le cas de doute. C'est celui où l'équation déterminante a une racine nulle. Dans ce cas, $s = |abc| + \ldots$ s'annule aussi à l'origine. Il y aura une droite, l'axe des tourbillons, qui, pour les positions d'équilibre, joue un rôle double ([2]). Nous avons deux cas à distinguer :

1° $\Sigma b'c'' - c'b'' < 0$. On aura *instabilité*. L'origine jouera le rôle analogue à un col.

2° $\Sigma b'c'' - c'b'' > 0$. Les racines seront imaginaires pures. Nous pouvons, par une transformation linéaire, obtenir un mouvement de la forme

$$\frac{dx}{dt} = -y + \ldots, \quad \frac{dy}{dt} = x + \ldots, \quad \frac{dz}{dt} = a''x^2 + b''y^2 + c''z^2 + \ldots + 2f''xy + \ldots$$

qui, en tenant compte des termes du premier ordre seulement, nous donnera encore le mouvement d'un liquide, dont le tourbillon à l'origine sera $\xi = \eta = 0$, $\zeta = 1$, mais qui, en tenant compte des termes d'ordre supérieur, peut représenter le mouvement d'un fluide dont la densité peut même s'annuler.

On peut chercher s'il y a de petites surfaces holomorphes F jouant le rôle d'un vase enfermant le fluide sur les parois duquel s'écoulent les filets.

On constate que $c'' = 0$ est une condition nécessaire de l'existence de ces surfaces fermées et qu'elles auront la forme

$$\varepsilon = x^2 + y^2 + cz^2 + F_3 + F_4 + \ldots ;$$

c sera déterminé en même temps que F_3. Soit $c > 0$. Si l'on peut calculer la suite des F convergente, l'origine sera un *centre* et l'on aura stabilité à la Poincaré et Poisson (stabilité réversible, trajectoires *fermées*, parcourues *périodiquement*).

([1]) Nous considérons la stabilité à la Liapounoff (seulement pour t croissant).

([2]) Pour les racines communes, multiples, à plusieurs équations, voir les Notes de MM. Davidoglou et Tzitzéica (*Comptes rendus,* 1901) et Picard (*Analyse,* t. II, 1905, p. 214).

Dans le cas contraire, on sera arrêté après un terme F_m, qu'il soit de rang pair ou impair. Suivant que $m = 2n$ ou $m = 2n - 1$, on pourrait déterminer F_{2n+1} ou F_{2n} tel que

$$\frac{d(F_2 + \ldots + F_{2n+1})}{dt} = z P_{2n} + z^3 P_{2(n-1)} + \ldots + z^{2n+1} P_0 + \ldots,$$

$$\frac{d(F_2 + \ldots + F_{2n})}{dt} = k P_{2n} + z^2 P_{2(n-1)} + \ldots + z^{2n} P_0 \quad + \ldots,$$

les P étant des polynomes homogènes en x et y de degré égal à leur indice. Les termes de degré impair en x et y pourront toujours être réduits. Soit $m = 2n - 1$. Si le cône $kP_{2n} + z^2 P_{2(n-1)} + z^{2n} P_0 = 0$ est imaginaire, *et cela peut toujours se voir par la discussion d'une équation numérique*, car on peut rendre $P_{2(n-k)} = r^{2(n-k)}$ $(r^2 = x^2 + y^2)$ après cette opération, si l'on trouve $k < 0$, on aura *stabilité* (¹); si $k > 0$, instabilité (ce cas n'arrive pas pour les liquides). Si le cône est réel ou si $m = 2n$, on aura en général des trajectoires stables et instables qu'on pourrait séparer.

Voici un exemple où l'on aura toutes les solutions stables. Supposons qu'on soit arrêté au terme F_3. On peut déterminer $F = \varepsilon = x^2 + y^2 + cz^2 + F_3$ tel que

$$\frac{d(F_2 + F_3)}{dt} = -2z[(ca'' + 2e)x^2 + (cb'' + 2d')y^2] + \ldots.$$

Supposons que $a''x^2 + \ldots + 2f''xy$ soit une forme quadratique négative et que $-\frac{e}{a''} = c_1$ et $-\frac{d'}{b''} = c_2$ soient positifs et différents. Si z_0 est négatif, le mobile descend lentement tout en restant à l'intérieur de la petite surface ellipsoïdale $\varepsilon = x^2 + y^2 + c_1 z^2 + F_3$ et à l'extérieur de la petite surface $\varepsilon = x^2 + y^2 + c_2 z^2 + F_3$, $c_1 < c_2$. Si z_0 est positif, l'inverse arrive; le mobile, s'approchant du plan xOy, pourra le traverser, pour s'approcher de l'axe des z négatifs. Le fluide s'allongera, formant un petit cornet autour de l'axe Oz.

(¹) Il ne peut pas exister de cycles limites $F_2 + \ldots + F_{2n} = a \neq 0$ à l'intérieur de tout ellipsoïde $x^2 + y^2 + cz^2 = \varepsilon$ ni même à l'extérieur à toute distance finie. L'origine sera un foyer.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques d'une équation fonctionnelle linéaire.* Note de M. **Ernest Esclangon**, transmise par M. Painlevé.

Dans une précédente Note ([1]) j'ai montré que l'équation fonctionnelle

$$(1) \qquad \theta(x+na)+A_1\theta[x+(n-1)a]+\ldots+A_n\theta(x)=\varphi(x),$$

où θ est la fonction inconnue, $A_1, \ldots, A_n$ des constantes, $\varphi(x)$ une fonction de *période* b *incommensurable avec* a, admet toujours une solution périodique de période b et une seule lorsque l'équation algébrique

$$(2) \qquad r^n+A_1r^{n-1}+\ldots+A_n=0$$

n'admet aucune racine de module égal à l'unité.

Si l'équation (2) admet une racine ρ telle que $|\rho|=1$, la recherche d'une solution $\theta(x)$ périodique se ramène à celle d'une fonction $\lambda(x)$ telle que

$$\lambda(x+a)-\rho\lambda(x)=\psi(x),$$

où $\psi(x)$ est une fonction connue de période b.

Parmi les équations de cette dernière forme, celles où $\rho=\pm 1$ jouent un rôle prépondérant et se ramènent d'ailleurs l'une à l'autre.

Envisageons donc l'équation ([2])

$$(3) \qquad \theta(x+a)-\theta(x)=\varphi(x),$$

dans laquelle on ne fait d'autre hypothèse que la *continuité* de la fonction donnée $\varphi(x)$, supposée périodique de période b. Nous nous bornons d'autre part aux solutions θ continues.

Deux cas seulement peuvent se présenter : *ou bien toutes les solutions* θ *sont bornées, ou bien toutes sont illimitées,* puisque deux solutions quelconques diffèrent seulement d'une fonction de période a.

Il est intéressant de savoir si, dans le premier cas, il n'existe pas une solution périodique, auquel cas toute solution θ est de la forme

$$\theta=u(x)+v(x),$$

([1]) *Comptes rendus,* 20 janvier 1908.

([2]) Ce problème a été envisagé dans le cas des fonctions analytiques et notamment des fonctions entières.

u étant une fonction quelconque de période a, v une fonction déterminée de période b qui a nécessairement pour expression

$$v(x) = -\lim_{n=\infty} \frac{n\varphi(x) + (n-1)\varphi(x+a) + \ldots + \varphi[x+(n-1)a]}{n}.$$

Je me propose d'établir les deux propositions suivantes :

1° *S'il existe une solution bornée* $R(x)$, uniformément continue *dans l'intervalle* $-\infty$ à $+\infty$, *il existe une solution périodique.*

2° *Dans tous les cas, lorsque les solutions sont bornées, l'intégrale indéfinie de toute solution* $\theta(x)$ *se met sous la forme*

$$U(x) + V(x) + kx \qquad (k = \text{const.}),$$

U *étant une fonction de période a*, V *une fonction de période b.*

En effet : 1° si $R(x)$ est uniformément continue dans l'intervalle $-\infty$ à $+\infty$, les fonctions

$$v_n(x) = \frac{R(x) + R(x+b) + \ldots + R[x+(n-1)b]}{n}$$

sont *limitées dans leur ensemble* et *également continues* ([1]). D'après un théorème de M. Arzela, elles admettent donc au moins une fonction limite continue $v(x)$. Les fonctions v_n satisfaisant toutes à l'équation (3), il en est de même de $v(x)$. De plus, $v(x)$ *est périodique et de période b puisque* $R(x)$ est bornée. $v(x)$ a donc nécessairement pour expression

$$v(x) = -\lim_{n=\infty} \frac{n\varphi(x) + (n-1)\varphi(x+a) + \ldots + \varphi[x+(n-1)a]}{n},$$

ce qui assure l'existence de la limite du second membre de cette formule et montre que les fonctions v_n n'admettent qu'*une fonction limite.*

2° Faisons la seule hypothèse que $R(x)$ est bornée. On en conclut que les fonctions

$$\varphi_n(x) = \varphi(x) + \varphi(x+a) + \ldots + \varphi[x+(n-1)a]$$

sont bornées dans leur ensemble. Cette condition exige que $\varphi(x)$ ait une

---

([1]) Suivant une notion introduite par Ascoli dans l'étude des ensembles de fonctions.

moyenne nulle. Si l'on pose alors

$$\Phi(x) = \int_0^x \varphi(x) + \mathrm{C},$$

on peut déterminer C de façon que $\Phi(x)$, qui est périodique, ait une moyenne nulle également. Dans ces conditions, les fonctions

$$\Phi_n(x) = \Phi(x) + \Phi(x+a) + \ldots + \Phi[x+(n-1)a]$$

sont bornées également dans leur ensemble, comme on le voit aisément ([1]). On en conclut immédiatement que les fonctions périodiques

$$\mathrm{V}_n(x) = -\frac{\Phi_1 + \Phi_2 + \ldots + \Phi_n}{n} = -\frac{n\Phi(x) + (n-1)\Phi(x+a) + \ldots + \Phi[x+(n-1)a]}{n},$$

bornées dans leur ensemble ainsi que leurs dérivées, sont *également continues* et admettent au moins une fonction limite V. Cette fonction est périodique et satisfait à la relation

$$\mathrm{V}(x+a) - \mathrm{V}(x) = \Phi(x).$$

On en conclut que toute solution Θ de l'équation fonctionnelle

$$\Theta(x+a) - \Theta(x) = \Phi(x) \tag{4}$$

est de la forme $\mathrm{U}(x) + \mathrm{V}(x)$, U étant une fonction périodique quelconque de période a.

([1]) On peut écrire en effet

$$\Phi(x+na) = \int_0^x \varphi(x+na)\,dx + c_n,$$

les constantes c_n variant avec n; par suite,

$$\Phi_n = \int_0^x \varphi_n(x)\,dx + \gamma_n \qquad (\gamma_n = \text{const.});$$

mais Φ_n est une fonction périodique à moyenne nulle; on obtient toutes ses valeurs en faisant varier x de o à b.

Puisque $|\varphi_n| < \mathrm{A}$, on a

$$\left| \int_0^x \varphi_n(x)\,dx \right| < b\mathrm{A},$$

et, comme Φ_n est à moyenne nulle, il faut que $|\gamma_n| < b\mathrm{A}$; par suite, $|\Phi| < 2b\mathrm{A}$.

Ceci posé, soit $\theta(x)$ une solution quelconque de (3). Posons

$$\Theta_1 = \int_0^x \theta(x)\,dx,$$

il vient

$$\Theta_1(x+a) = \int_0^x \theta(x+a)\,dx + \int_{-a}^0 \theta(x+a)\,dx = \int_0^x \theta(x+a)\,dx + c';$$

par suite,

$$\Theta_1(x+a) - \Theta_1(x) = \int_0^x [\theta(x+a) - \theta(x)]\,dx + c' = \Phi(x) + c' - c = \Phi(x) + c'',$$

et, si l'on pose enfin

$$\Theta_1 = \Theta + \frac{c'' x}{a},$$

il vient

$$\Theta(x+a) - \Theta(x) = \Phi(x),$$

c'est-à-dire que Θ est de la forme U + V, et, par suite,

$$\Theta_1 = U + V + \frac{c''}{a} x,$$

U et V désignant deux fonctions périodiques continues de périodes respectives a et b.

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul des tensions dans les systèmes articulés à trois dimensions.* Note [1] de M. **B. Mayor**, présentée par M. Maurice Levy.

La méthode de Culmann ne permet d'obtenir les tensions dans un système articulé à trois dimensions que dans le cas très spécial où il est possible de diviser ce système en deux parties distinctes à l'aide d'une section qui ne rencontre que six barres sans passer par aucun nœud. Il peut donc y avoir quelque intérêt à signaler une méthode qui comprenne cette dernière comme cas très particulier et qui soit, en conséquence, susceptible d'applications beaucoup plus nombreuses.

Considérons, dans ce but, un système articulé libre dans l'espace et en équilibre sous l'action de forces extérieures concentrées en ses nœuds.

---

[1] Présentée dans la séance du 6 juillet 1908.

Admettons qu'il possède un groupe P de p barres, qui seront dites *principales,* satisfaisant aux conditions suivantes :

Il existe n sections $S_1, S_2, \ldots, S_i, \ldots, S_n$ dont chacune divise le système en deux parties distinctes en rencontrant toutes les barres principales. De plus, chaque section telle que S_i rencontre encore un groupe Q_i de q_i barres dites *barres auxiliaires,* les divers groupes Q_i étant supposés n'avoir en commun aucune barre. Sous certaines réserves qui résultent de la suite, il est possible de déterminer géométriquement les tensions des barres principales et auxiliaires, lorsque les nombres p, q_i et n vérifient la relation

$$p + \sum_1^n q_i = 6n. \tag{1}$$

En effet, désignons d'une manière générale par A_i et B_i les deux parties en lesquelles le système se trouve divisé par la section S_i, et, pour préciser ces notations, remarquons que chacune de ces sections sépare les nœuds situés sur les barres principales en deux classes qui ne dépendent pas de l'indice i. Nous admettrons alors que les diverses parties A_i contiennent en commun tous les nœuds de l'une de ces classes; de plus, nous désignerons par F_i le système constitué par les forces extérieures agissant sur A_i. Si l'on applique alors à chacune des sections S_i le raisonnement dont on fait usage dans la méthode de Culmann, on obtient un système de $6n$ équations qui permet, en général, le calcul des tensions des barres principales et auxiliaires, lorsqu'on suppose vérifiée la relation (1). En outre, les considérations suivantes conduisent à une détermination géométrique de ces mêmes tensions.

Tout d'abord on peut admettre que q_i est inférieur ou au plus égal à 5; car, s'il en était autrement, il y aurait avantage à supprimer la section S_i qui introduirait un nombre de tensions auxiliaires supérieur ou égal à celui des équations qu'elle fournit. D'autre part, on peut encore supposer que p est au plus égal à 6. Car, si l'on avait $p > 6$, on voit sans aucune difficulté qu'on pourrait, par exemple, continuer la section S_1 avec chacune des suivantes, de manière à constituer un nouveau système de $(n-1)$ sections conduisant à un ensemble de $6(n-1)$ équations entre des inconnues dont le nombre se trouverait diminué de plus de six unités.

Ces diverses conditions étant supposées remplies, la relation (1) montre que n est au maximum égal à 6, et la détermination géométrique des tensions devient possible.

Les barres du groupe Q_1 peuvent être considérées comme les directrices de q_1 complexes spéciaux définissant, en général, un système linéaire de complexes dont le système complémentaire possède $6 - q_1$ termes. Choisissons, dans ce dernier, $6 - q_1$ complexes n'appartenant pas à un système dont le nombre de termes soit inférieur à $(6 - q_1)$, et répétons cette opération pour chacune des sections S_i. On est ainsi conduit

à définir une suite de complexes que nous désignerons par Γ_1, Γ_2, ..., (Γ_p) et dont le nombre est précisément égal à p, d'après la relation (1).

D'autre part, les barres principales peuvent à leur tour être considérées comme les directrices de p complexes spéciaux. Elles définissent donc un système de complexes linéaires à p termes, que nous désignerons par C et qui possède, en général, un complexe et un seul qui se trouve simultanément en involution avec les $(p-1)$ complexes Γ_2, Γ_3, ..., Γ_p; soit alors Γ'_1 ce complexe. De même, désignons par Γ'_2 le complexe de C qui est en involution avec Γ_1, Γ_3, Γ_4, ..., Γ_p, et ainsi de suite jusqu'à Γ'_p.

Cela posé, imaginons qu'on décompose, ce qu'il est possible de faire d'une manière et d'une seule, chaque système de forces tel que F_i en deux systèmes dont l'un, F'_i, admette Γ'_i pour complexe d'action, et dont l'autre soit en involution avec Γ_i. Si l'on désigne alors par F' le système résultant de tous les F'_i, on peut démontrer sans aucune peine que, pour obtenir les tensions des barres principales, il suffit de décomposer F' suivant ces barres, ce qu'il est toujours possible de faire d'une manière et d'une seule. D'ailleurs, les tensions principales ayant été ainsi déterminées, on en déduit facilement les tensions des barres auxiliaires en considérant séparément chacune des sections S_i.

Je dois encore ajouter que le procédé de représentation dualistique de l'espace dont j'ai indiqué ici même le principe (décembre 1902 et janvier 1903) permet d'effectuer graphiquement toutes les opérations que nécessite l'application de la méthode qui vient d'être décrite, comme je me propose de le montrer ailleurs.

ÉLECTRICITÉ. — *Appareil de sécurité contre des étincelles perturbatrices ininterrompues, en télémécanique sans fil.* Note de M. **Édouard Branly.**

Tant qu'un accord rigoureux et exclusif ne sera pas réalisé entre deux postes, on devra venir en aide à la syntonisation pour se préserver des manœuvres à contre-temps.

J'ai décrit [1] un interrupteur rotatif de protection contre les étincelles accidentelles; en préservant des étincelles perturbatrices prolongées, l'appareil actuel, construit à mon laboratoire, complète la solution.

Le nouvel appareil se compose de solénoïdes de même axe, aspirant des tronçons de fer doux espacés sur une tige non magnétique qui les supporte

[1] *Comptes rendus* du 22 octobre et du 5 novembre 1906.

et glisse dans l'axe commun des solénoïdes. Je le supposerai adapté à un dispositif qui commande une opération déterminée. Pour établir un lien entre mes Communications sur ce sujet, je l'adapte ici à mon système de réception à axe distributeur tournant [1].

On sait que cet axe, entraîné par un moteur électrique, est installé sur la face supérieure d'une cage métallique qui abrite le radioconducteur et son circuit. Actionné à l'occasion d'une étincelle, un relais, contenu également dans la cage, ferme un circuit extérieur.

L'axe distributeur remplit son rôle à l'aide de disques à circonférence conductrice, centrés sur son axe géométrique.

Une *première série* comprend 7 disques qui appuient par des secteurs en saillie sur des goupilles flexibles émergeant légèrement du plafond de la cage. La pression d'un secteur sur une goupille complète un circuit extérieur si le relais de la cage établit en même temps un contact.

Ces disques sont : 1° un disque à 5 secteurs égaux, alternant avec des vides; à chaque tour de l'axe, les secteurs relient le radioconducteur à l'antenne réceptrice pendant les 5 intervalles de temps égaux où ils appuient sur la goupille. L'antenne devient antenne d'émission pour les 5 intervalles où les vides sont en face de la goupille.

2° Un disque à 5 secteurs identiques aux précédents et occupant la même position à tout instant. A ce disque (disque commun) aboutissent 5 circuits extérieurs.

3° Cinq disques à secteur unique; chacun de ces secteurs a la même position que l'un des secteurs des deux premiers disques. A chacun des cinq disques aboutit un des circuits extérieurs qui se réunissent au disque commun. Chacun des circuits peut actionner un déclancheur.

Une *seconde série* de 6 disques (ceux-ci sans communication avec l'intérieur) comprend : 1° un disque des temps qui offre sur son pourtour 5 groupes équidistants de dents étroites (1 pour le 1er groupe, 2 pour le 2e, ..., 5 pour le 5e); l'intervalle 2-3 est le temps qui sépare le frottement des groupes 2 et 3 contre un ressort latéral;

2° Quatre disques de contrôle ayant chacun deux larges dents situées, l'une au commencement d'un intervalle, tel que 2-3, et l'autre à la fin;

3° Un disque commun, auquel se réunissent 5 circuits partant des ressorts qui frottent contre les dents des disques des temps et des contrôles.

Afin d'éviter des étincelles qui useraient dents et ressorts, à l'échappement des dents, les 5 courants des temps et des contrôles sont faibles et actionnent un relais extérieur qui ferme le primaire d'une bobine d'induction, lors des contacts des dents avec les ressorts. La bobine donne des étincelles, qui sont des signaux pour le poste de transmission. L'antenne du poste de réception a en ce moment son rôle d'émission, car les dents des temps et des contrôles correspondent aux vides des secteurs 1 et 2 de la première série.

---

[1] *Comptes rendus* du 20 mars et du 26 juin 1905.

Au poste de transmission, l'antenne est d'émission quand l'opérateur fait éclater des étincelles, elle est de réception pour les signaux des temps et des contrôles.

Mise en marche de l'axe distributeur. — Un électro-aimant vertical, fixé sur le dessus de la cage métallique, sert à mettre en marche à tout instant le moteur qui fait tourner l'axe distributeur. A cet effet, le noyau de l'électro-aimant est mobile; il porte à sa partie inférieure un anneau en ébonite qui repose par trois pointes métalliques sur trois goupilles émergeant légèrement du plafond de la cage. Une des goupilles relie le radioconducteur à l'antenne. Les deux autres livrent passage au courant qui ferme le déclancheur du moteur quand le relais intérieur fonctionne, à l'occasion d'une étincelle. Dès que le moteur tourne, le courant qui l'entraîne passe aussi dans la bobine de l'électro-aimant vertical, soulève le noyau et maintient les pointes écartées des goupilles pendant la marche du moteur.

Afin d'éviter des mises en marche fortuites, l'interrupteur rotatif de protection contre les étincelles accidentelles est intercalé dans le circuit qui fait déclencher le moteur.

Description de l'appareil de sécurité à solénoïdes. — Nous supposons trois solénoïdes : deux pour l'avance, un pour le recul. Leurs circuits ne sont jamais fermés que séparément. La tige aspirée est formée de trois tronçons d'ébonite alternant avec deux tronçons de fer doux. Deux des solénoïdes b_1 et b_3 la font avancer dans un sens, le troisième b_2 la fait reculer en sens contraire à son point de départ. La tige peut prendre trois positions : I, II et III. La position I est celle de départ; b_1 aspire de I en II, b_3 de II en III; b_2 ramène de II en I et de III en I.

b_1 agit par un flux d'étincelles éclatant dans l'intervalle 1-2; b_2 peut agir dans les intervalles 2-3 et 4-5; b_3 dans l'intervalle 3-4; l'intervalle 5-1 est réservé à l'arrêt du moteur.

Fonctionnement normal. — Le moteur ayant été entraîné par le flux d'étincelles qu'exige l'interrupteur à rotation, on lance dans l'intervalle 1-2 un flux qui amène la tige de I à II; une étincelle de contrôle en prévient. On laisse passer l'intervalle 2-3. Dans l'intervalle 3-4, on va de II à III par un nouveau flux; il y a ensuite une étincelle de contrôle.

Un courant spécial, que ferme la tige amenée en III, produit l'effet commandé. Sa réalisation est connue par une étincelle de contrôle.

Dans l'intervalle 4-5, on ramène la tige de III en I par b_2; on arrête le moteur dans l'intervalle 5-1.

Fonctionnement troublé par des étincelles accidentelles. — L'interrupteur rotatif part et revient automatiquement. Si, par hasard, le moteur se met à tourner, on opère comme dans le cas d'étincelles prolongées.

Fonctionnement troublé par des étincelles prolongées. — L'opérateur du poste de transmission est prévenu de la rotation du moteur et de l'axe distributeur par une sonnerie et par l'inscription des signaux du disque des temps. Un signal de contrôle fait savoir que la tige a pris la position II; l'opérateur ne sait pas si la perturbation va persister dans l'intervalle 2-3, mais il lance lui-même un flux dans cet intervalle pour ramener à I. Alors la position III ne peut plus être prise, alors même qu'un flux éclate dans l'intervalle 3-4, car l'action de b_3 n'est efficace que si la tige est déjà dans la position II; en effet, la longueur des tronçons de fer a été réglée pour que la tige, en position I, n'obéisse pas à l'effort exercé par b_3.

En résumé, la position de repos est assurée par l'opérateur ou par les étincelles de perturbation elles-mêmes.

Dans la description précédente, il y a 5 déclencheurs; 1 pour le moteur, 1 pour l'effet commandé et 3 pour les solénoïdes. On supprime aisément ces derniers en réduisant le poids de la tige mobile. Le rôle des disques distributeurs reste le même; la différence consiste en ce que le courant, fermé par le relais intérieur, qui se partageait entre la bobine du frappeur (frappeur du radioconducteur) et l'électro-aimant d'un déclencheur de solénoïde, actionne directement le solénoïde en se partageant actuellement entre la bobine du frappeur et le solénoïde lui-même.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flamme du calcium.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Lippmann.

Ayant, dans des Notes précédentes, exposé avec les détails nécessaires les méthodes que nous avons employées au cours de nos recherches relatives aux spectres du fer, nous nous bornerons à présenter aujourd'hui le Tableau ci-dessous qui renferme les résultats de l'étude que nous avons faite du calcium, dans les mêmes conditions et au moyen des mêmes appareils spectrographiques.

C'est exclusivement à l'aide d'une étincelle de capacité, placée sur le parcours de l'un des gaz combustibles, et qui éclatait entre des électrodes de calcium métallique, que nous avons obtenu, dans le cas présent, la désagrégation de ce métal.

Avec la flamme du chalumeau oxhydrique, le spectre a une plus grande intensité lorsque l'étincelle éclate dans l'oxygène, mais il présente les mêmes éléments que lorsqu'elle se trouve dans l'hydrogène. Les intensités

relatives des raies données par cette flamme correspondent à peu près à celles déterminées dans l'arc par MM. Exner et Haschek. Le spectre de raies du chalumeau est accompagné de bandes qui n'existent pas dans la flamme de l'hydrogène et de l'air.

Aux spectres donnés par les quatre flammes étudiées, nous avons ajouté dans la dernière colonne du Tableau, à titre de comparaison, celui qu'on obtient par la méthode du pulvérisateur (avec la flamme air-gaz d'éclairage) (¹). On verra que ce spectre renferme des raies plus nombreuses et plus fortes que celui de la première colonne, produit avec une étincelle placée sur le trajet du courant d'air. Ceci tient, sans doute, à ce que le pulvérisateur fait passer dans la flamme des quantités plus considérables de matière, et à ce que l'emploi d'un brûleur à plusieurs flammes élémentaires, dont les intensités s'ajoutent, augmente la quantité de lumière utilisée.

Longueurs d'onde.		Intensités relatives.							
		Méthode électrique.						Méthode du pulvérisateur (de Watteville) air-gaz d'éclairage.	
Flammes (Hemsalech et de Watteville).	Arc (Kayser et Runge).	Air-gaz d'éclairage.		Air-hydrogène.		Oxygène-gaz d'éclairage.	Oxygène-hydrogène.		
		Cône.	Flamme.	Cône.	Flamme.			Cône.	Flamme.
3933,8	33,83	½	—	0	0	10	15	4	—
3968,6	68,63	0	—	00	00	8	12	4	—
3973,8	73,89	—	—	—	—	—	½	—	—
4226,9	26,91	20	20	30	20	30	50	50	50
4283,2	83,16	—	—	1½	—	2	3	—	—
4289,5	89,51	—	—	1	—	2	3	—	—
4299,2	99,14	—	—	½	—	1½	2	—	—
4302,8	02,68	—	—	3	—	5	6	7	—
4307,7	07,91	—	—	1½	—	1½	3	—	—
4318,7	18,80	—	—	1½	—	2½	4	8	—
4425,6	25,61	—	—	1	—	1½	3	8	—
4435,1	35,13	½	—	2½	—	3	6	12	—
4454,9	54,97	1	—	4	—	4	7	15	—
4455,9	56,08	—	—	—	—	0	1	—	—
4578,8	78,82	—	—	—	—	—	00	1	—
4581,5	81,66	—	—	—	—	—	0	1	—
4586,2	86,12	+	—	—	—	—	½	1	—
4878,2	78,34	—	—	—	—	—	0	—	—

(¹) C. DE WATTEVILLE, *Phil. Trans.*, série A, t. CCIV, 1904, p. 152.

Comme on le voit, ces spectres de flamme du calcium sont beaucoup plus riches en raies que ceux qui avaient été décrits jusqu'ici. Par exemple MM. Eder et Valenta, dans la flamme du gaz d'éclairage et de l'air, et M. Hartley, dans celle du chalumeau oxhydrique, trouvent uniquement la raie 4226,9. On remarque, d'après le Tableau ci-dessus, que cette raie est la seule qui soit visible dans toute la hauteur de la flamme.

Nous attirerons l'attention sur les variations d'intensité des raies H et K, par rapport aux autres raies. Tandis que dans la flamme du gaz d'éclairage, ou celle de l'hydrogène, mélangés à l'air, H et K sont très faibles par rapport au triplet bleu, ces raies deviennent, abstraction faite de la raie 4226,9, les plus fortes du spectre, lorsqu'on substitue l'oxygène à l'air. M. King n'a pas trouvé les raies H et K dans son four électrique, au sein d'une atmosphère d'hydrogène, mais il les a vues apparaître en se servant de combinaisons de calcium où ce métal n'existait qu'à l'état de traces ([1]). Il conclut de ce fait que la haute température de son four, en dehors de toute action chimique, ne suffit pas seule à faire apparaître ces raies, et ceci est peut-être vrai également pour les flammes.

OPTIQUE. — *Variations des franges des photochromies du spectre.* Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente ([2]) j'ai montré que les franges des photochromies du spectre pouvaient être assimilées à des franges de coins et non à des franges de Talbot. Cette explication s'accorde avec tous les résultats d'expériences que je décris ci-dessous et qui sont faciles à réaliser lorsqu'on n'emploie pas de miroir de mercure. Ces expériences prouvent qu'on doit attribuer les franges aux ondes stationnaires, comme Wiener l'a admis le premier ([3]).

1° *La glace n'intervient pas dans la formation des franges.* — Celles-ci subsistent dans les pellicules détachées du verre.

2° *Ce ne sont pas des franges ordinaires de lames minces.* — L'épaisseur de la gélatine est trop grande pour que celle-ci donne des franges en lumière blanche. En lumière jaune du sodium, on voit simultanément les deux sys-

---

([1]) A.-S. King, *Astrophysical Journal*, t. XXVII, 1908, p. 357.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 43.

([3]) Lehmann, *Beiträge zur Theorie und Praxis der direkten Farbenphotographie*. Freiburg, 1906. — Wiener, *Wied. Ann.*, 1899, p. 504.

tèmes de franges. Celles de la gélatine sont plus pâles que les autres et ne coïncident pas avec elles.

3° *Chaque spectre a ses franges propres.* — On le montre en impressionnant une même plaque par deux spectres identiques placés l'un au-dessus de l'autre, mais décalés, le rouge du premier étant au-dessus du vert du second. Les franges de ces deux spectres ne sont pas en prolongement. Elles dépendent donc, pour un même point de la plaque, de la radiation qui l'a impressionnée.

4° *Le nombre des franges dépend de l'épaisseur de la gélatine.*

Supposons en effet que la gélatine ait ses faces rigoureusement parallèles et que toute son épaisseur soit occupée par des strates. L'examen au microscope de coupes au microtome m'a permis de m'assurer qu'il en était bien ainsi pour les plaques d'épaisseur moyenne qu'on utilise en général.

Dans les régions du rouge et du violet, on observe des strates dont les nombres p et q satisfont aux égalités

$$e = p\frac{\lambda_r}{2} = q\frac{\lambda_v}{2},$$

et il en résulte que le nombre des ondes stationnaires affleurant à la surface du verre

$$n = q - p = 2e\frac{\lambda_r - \lambda_v}{\lambda_r\lambda_v}.$$

Le nombre des franges comprises entre deux raies de longueurs d'onde λ_r et λ_v est d'autant plus considérable que l'épaisseur de la lame de gélatine est plus grande, ou, ce qui revient au même, dans l'hypothèse précédente, que le nombre des strates est plus élevé.

Cette conclusion a été soumise à de nombreuses vérifications. En coulant l'émulsion très fluide et faisant tourner très rapidement les plaques à la tournette, j'ai pu réduire les affleurements des ondes à deux ou trois et j'ai obtenu ainsi de larges franges colorées où l'on aperçoit nettement le brun des anneaux de Newton.

Les plaques ordinaires coulées sans tournette présentent quinze à vingt franges entre le brun des anneaux de Newton.

Des plaques épaisses, préparées spécialement en vue de ces recherches, ont présenté une cinquantaine de franges entre le rouge et le bleu. Dans ce cas, les strates d'argent ne sont plus visibles au microscope dans toute l'épaisseur de la gélatine.

5° Le nombre des franges ne semble pas dépendre de la dispersion. Si l'on produit sur une même plaque, l'un au-dessus de l'autre, deux spectres inégalement dispersés, on constate que le nombre des franges comprises entre deux raies déterminées du spectre est sensiblement le même. Elles sont seulement plus serrées dans le spectre le moins dispersé.

6° Lorsqu'on expose la plaque gélatine en avant, il se produit à la surface

de séparation de la gélatine et du verre une faible réflexion dépendant de l'indice du verre employé. J'ai pu obtenir ainsi des couleurs nettes dans quelques clichés, et il existe alors des ondes stationnaires qui coupent la surface gélatine-air. Dans ce cas, on peut apercevoir les franges du côté gélatine.

7° En plaçant le verre en avant et appuyant un miroir d'argent sur la gélatine, on peut obtenir des franges côté verre et côté gélatine.

L'étude de ces franges d'interférences présente un intérêt pratique au point de vue de la photochromie interférentielle. Pour avoir une représentation fidèle, il faut se débarrasser de tous ces phénomènes accessoires. Il est nécessaire que la gélatine soit suffisamment épaisse pour que les franges n'apparaissent pas par transparence du côté gélatine. Les plaques épaisses sensibilisées dans la masse conviennent mieux, parce que le nombre des strates y est plus grand et les phénomènes de réflexion précédemment décrits n'interviennent plus que faiblement. Les couleurs sont surtout vives et vraies du côté du verre, mais on est malheureusement gêné par la visibilité de franges d'interférences très serrées. Pour une épaisseur suffisante de la gélatine, les franges disparaissent complètement; on a alors du côté du verre des couleurs éclatantes où le rouge est particulièrement beau et vrai. Les autres teintes sont moins belles parce que, en couche épaisse, l'argent réduit a une teinte jaune brun qui nuit à la visibilité du bleu et du violet.

Ces expériences m'ont conduit à penser qu'on obtiendrait une représentation plus fidèle *en se servant d'une couche épaisse qui resterait incolore au développement*. C'est ainsi que j'ai été amené à la méthode suivante de préparation des plaques qui m'a semblé donner de bons résultats.

On coule d'abord sur les glaces de la gélatine pure à 5 pour 100 en couche épaisse. Quand les plaques sont sèches, on les recouvre d'une couche d'émulsion sensible qui peut être aussi mince qu'on voudra (quelques microns). On réalise ainsi une couche de gélatine épaisse empêchant la production des phénomènes d'interférences parasites, et la couche est assez mince pour que sa couleur propre n'intervienne pas.

C'est sur des plaques de ce genre que j'ai obtenu les photographies de spectres que je présente à l'Académie. Les couleurs réfléchies par les strates sont pures : *elles sont la reproduction exacte des couleurs spectrales, lorsqu'on a supprimé les réflexions accessoires*.

Aucune méthode, autre que celle de M. Lippmann, n'a encore permis d'atteindre ce résultat.

PHYSIQUE. — *Biréfringence magnétique et électrique de la nitrobenzine. Variation avec la longueur d'onde.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, transmise par M. J. Violle.

Nous avons signalé antérieurement l'existence de la biréfrigence magnétique dans les composés purs de la série aromatique pris à l'état liquide (¹). Nous ne nous occuperons aujourd'hui que de la nitrobenzine. En poursuivant nos recherches nous avons, pour ce corps, étudié d'une part la manière dont ce phénomène magnéto-optique varie avec la longueur d'onde et fait, d'autre part, des mesures parallèles sur la biréfringence électro-optique (phénomène de Kerr).

I. *Dispersion de double réfraction magnétique.* — Les mesures des angles β, qui fixent les valeurs de la biréfringence (²), ont été faites au moyen de l'appareil à pénombres qui nous a servi antérieurement pour la lumière jaune : toutefois la lame demi-onde était remplacée par un prisme de Lippich et l'on se servait de lames quart d'onde soigneusement étudiées pour les diverses radiations employées. Celles-ci ont été les raies jaune, verte et indigo du mercure et les deux raies C et F de l'hydrogène. Nous nous sommes astreints à comparer pour chaque radiation la valeur de β avec celle qu'on obtient, dans les mêmes conditions, pour la lumière jaune du mercure. Cette manière de procéder était nécessaire pour deux raisons : nous avons dû employer des tubes de différentes longueurs, et d'autre part l'influence de variations, même petites, de la température, comme celles qui se sont produites au cours de nos expériences, n'est pas négligeable (³).

Les résultats ont été les suivants :

Longueurs d'onde.	656	578	546	486	436
Valeurs de β	0,87	1	1,08	1,26	1,47
Valeurs de βλ..............	571	578	589	613	641

On voit que les valeurs de β pour la nitrobenzine croissent régulièrement quand la longueur d'onde diminue, et un peu plus vite que l'inverse de la longueur d'onde. En d'autres termes, la différence des indices ordinaire et extraordinaire du liquide placé dans le champ magnétique (différence qui

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLV, juillet 1907, p. 229, et nov. 1907, p. 870.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XI, juin 1907, p. 155.

(³) L'angle β, mesuré en lumière jaune à diverses températures autour de 20°, diminue de 0,012 de sa valeur quand la température s'élève de 1°.

est proportionnelle à $\beta\lambda$) varie dans le même sens, mais un peu plus vite du côté des courtes longueurs d'onde, que la différence des deux indices principaux du quartz.

Cette variation se fait d'une façon régulière d'un bout à l'autre du spectre visible. Spring ayant signalé que la nitrobenzine, sous une très grande épaisseur, montre des bandes d'absorption dans l'orangé, nous avons cherché si leur influence sur la courbe de dispersion était sensible dans les conditions où nous opérions. En projetant sur la fente d'un spectroscope la frange d'un compensateur de Babinet, nous avons observé le déplacement de la frange produit par la biréfringence étudiée. Ce déplacement, bien net (le retard était de l'ordre de $\frac{1}{30}$ de longueur d'onde), se fait régulièrement du rouge au violet.

II. *Comparaison avec le phénomène électro-optique.* — Dans la nitrobenzine, comme l'a montré W. Schmidt, le phénomène de Kerr est exceptionnellement grand : de l'étude de mélanges de ce corps avec le sulfure de carbone, il a conclu que la biréfringence électrique de la nitrobenzine devait être *au moins* 60 fois plus grande que celle du sulfure de carbone.

Nous avons repris cette comparaison en employant les deux liquides purs et trouvé pour la valeur du rapport relatif à la lumière jaune du mercure, et à 22°, le nombre 97. Cela permet d'étudier, avec nos appareils, la nitrobenzine en employant de faibles différences de potentiel. Les voltages alternatifs qui nous ont servi le plus souvent étaient compris entre 110 et 600 volts efficaces : les résultats ont été d'accord avec la loi de Kerr.

Les mesures de dispersion ont été faites comme précédemment. Elles sont un peu plus malaisées parce que, malgré ces faibles voltages, le liquide s'échauffe lorsqu'on électrise le condensateur. Elles nous ont conduit au résultat simple suivant : Dans la limite de précision de nos expériences, *la dispersion de biréfringence électrique de la nitrobenzine est la même que la dispersion de la biréfringence magnétique* (¹). Le coefficient de température, que nous n'avons pas encore mesuré avec précision, est du même ordre de grandeur que celui trouvé pour la biréfringence magnétique.

III. *Interprétation de ces résultats.* — Ces deux phénomènes étudiés pour la nitrobenzine paraissent ainsi avoir une origine commune. Or nous avons été amenés, par l'ensemble de nos recherches sur la biréfringence magné-

---

(¹) Les écarts entre les valeurs trouvées dans le champ électrostatique et celles indiquées plus haut sont en plus ou en moins et inférieurs à 2 pour 100 : ils atteignent près de 5 pour 100 pour la lumière rouge, avec laquelle ces mesures polarimétriques sont très difficiles.

tique des liquides aromatiques, à l'expliquer par un phénomène d'orientation : en effet il y a, à l'appui de cette hypothèse, des raisons convaincantes. Nous sommes ainsi conduits à admettre que, dans le cas de la nitrobenzine au moins [1], le phénomène de Kerr s'explique aussi, en totalité ou pour la plus grande part, de la même manière.

Reste à préciser la nature des éléments qui s'orientent : ce ne sont certainement pas des particules accidentelles. L'hypothèse d'après laquelle ce seraient les molécules elles-mêmes est la plus simple et s'accorde le mieux avec l'ensemble des faits expérimentaux.

PHYSIQUE. — *Sur un cas de dispersion rotatoire anomale ; application des mesures de dispersion rotatoire à l'étude de la composition de l'essence de térébenthine.* Note de M. **Eugène Darmois**, transmise par M. J. Violle.

L'essence de térébenthine française est lévogyre, ses propriétés sont sensiblement constantes; sa rotation est en moyenne de $-93°$ sous 30^{cm} pour la lumière jaune du sodium. On suppose qu'elle contient le pinène gauche. Les essences étrangères sont en général dextrogyres, leur rotation est très variable ; elles sont censées renfermer le pinène droit.

J'ai étudié la dispersion rotatoire de l'essence gauche et de diverses essences droites. Voici les résultats des mesures faites pour les raies suivantes (H, Na, Hg) :

Longueurs d'onde.	656	589	578	546	492	436
I. Ess. l. $[\alpha]_D = -35°,9$....	0,75	1	1,04	1,18	1,44	1,84
II. Ess. d. $[\alpha]_D = +\ 2°,58$...	0,45	1	1,12	1,51	2,57	5,25
III. Ess. d. $[\alpha]_D = +12°,9$....	»	1	1,05	1,24	1,58	2,46

La dispersion est normale, mais varie d'une essence à l'autre.

Un mélange de deux essences I et II doit donner des rotations intermédiaires. La formule de Biot $[\alpha] + p_1[\alpha]_1 + p_2[\alpha]_2$ permet de calculer, au moyen des valeurs I

[1] Outre la grandeur exceptionnelle du phénomène, il faut signaler qu'Aeckerlein (*Phys. Zeit.*, t. VII, 1906, p. 600) a trouvé, en étudiant séparément les retards des deux vibrations principales dans la nitrobenzine, des résultats en désaccord avec ceux que Kerr avait obtenus avec le sulfure de carbone. Les résultats d'Aeckerlein sont exactement les mêmes que ceux que nous avions obtenus en étudiant les colloïdes d'hydroxyde ferrique (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 317, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, *loc. cit.*).

et II, le pouvoir rotatoire d'un mélange déterminé, pour toutes les radiations employées [1]. Les valeurs calculées concordent avec les valeurs mesurées, dans les limites des erreurs d'expérience. Le Tableau suivant se rapporte à trois des six mélanges étudiés (rotations sous 30^{cm}) :

λ.		656	589	578	546	492	436
Mél. nº 1	α obs.	$-3°,2$	$-2°,5$	$-2°,28$	$-1°,4$	$+1°,43$	$+9°,45$
Mél. nº 3	α obs.	$-7,48$	$-8,23$	$-8,25$	$-8,20$	$-6,70$	$-1,87$
	α calc.	$-7,42$	$-8,19$	$-8,23$	$-8,40$	$-6,50$	$-1,82$
Mél. nº 5	α obs.	$-10,77$	$-12,71$	$-13,07$	$-13,63$	$-13,70$	$-11,08$

Certains des mélanges étudiés ont une dispersion anomale :

1° La rotation s'annule pour une couleur du spectre;

2° La rotation passe par un minimum pour une autre couleur.

On peut reproduire ces mélanges avec une essence droite quelconque [2]; leur dispersion anomale tient à la présence de deux constituants actifs de signe contraire, à dispersion différente.

J'ai vérifié la loi des mélanges de façon plus simple. On a en effet $p_2 = 1 - p_1$, c'est-à-dire

$$[\alpha] = [\alpha]_2 + p_1 \{[\alpha_1] - [\alpha]_2\}.$$

Pour un mélange donné, p_1 est fixe, les $[\alpha]$ varient avec la longueur d'onde. Les courbes $[\alpha] = f(\lambda)$ sont les courbes de dispersion rotatoire des corps I, II et du mélange.

Appelons A, B, C les points où une même ordonnée coupe ces trois courbes :

$$\mathrm{CA} = \alpha_1 - \alpha, \qquad \mathrm{CB} = \alpha_2 - \alpha, \qquad \frac{\mathrm{CA}}{\mathrm{CB}} = \frac{1 - p_1}{-p_1}.$$

Le rapport $\frac{\mathrm{CA}}{\mathrm{CB}}$ ne dépend que de p_1; il est constant pour toutes les ordonnées; celles-ci sont divisées par les trois courbes dans le même rapport. Il est facile de voir que ce résultat subsiste pour trois courbes quelconques de la série. De plus, sous cette forme, la règle ne s'applique qu'à *deux* composants. Ils peuvent d'ailleurs (ce qui est le cas ici) être eux-mêmes des mélanges, car, si II contient deux corps, on a

$$[\alpha] = p_1[\alpha]_1 + p_2[\alpha]_2 + p_3[\alpha]_3,$$

où p_2 et p_3 varient proportionnellement; le résultat subsiste. La règle permet enfin de construire les courbes de la série à partir de *deux* quelconques d'entre elles.

---

(1) Dans cette formule, $[\alpha]$ désigne le pouvoir rotatoire spécifique, p_1, p_2 représentent la teneur par gramme du mélange en corps I et II.

(2) Voir à ce sujet les expériences anciennes de Von Wyss (*Wied. Ann.*, t. XXXIII, 1888).

D'après ce qui précède, on voit que *les deux essences ne sont certainement pas deux corps actifs symétriques;* elles ne sont ni l'une ni l'autre des espèces chimiques définies. *J'ai retiré de l'essence gauche un carbure cristallisable : c'est le pinène gauche.* J'étudie ses propriétés. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ est voisin de $-42°$, la rotation correspondante étant de $-108°$ sous 30^{cm}; le rapport de dispersion pour la raie 436 est 1,85. J'ai cherché à retirer de l'essence droite un corps symétrique; je ne l'ai pas encore obtenu cristallisé; mais j'ai des raisons de croire qu'il y existe.

Si l'on distille une essence droite, on constate que la rotation du produit recueilli varie d'un bout à l'autre de la distillation.

Exemple : Ess. III (allemande), $\alpha_D = +33°$. A la première distillation, α_D varie de $+57°$ à $-27°$. L'essence pour laquelle $\alpha_D = 0$ n'est pas réellement inactive, sa dispersion est anomale; on retrouve sur ce liquide et ceux qui le suivent dans la distillation les particularités observées sur les mélanges synthétiques.

1^{kg} d'essence en 20 fractions (α pour 30^{cm}) :

λ.	589	578	546	436	
Fraction n° 2....	55°,05	57°,50	65°,63	116°,00	Disp. normale
» n° 18...	−10,13	− 9,85	− 8,76	+ 11,70	» anomale
» n° 20...	−27,50	−27,90	−28,60	− 18,33	» »

Les mélanges à dispersion anomale se produisent donc au cours de la distillation d'une essence droite quelconque.

L'étude des courbes de dispersion montre de plus qu'elles ont entre elles la relation indiquée plus haut; l'essence droite contient donc *deux* constituants actifs de signe contraire, le constituant droit ayant une dispersion plus forte. On peut séparer par rectification des mélanges plus riches en corps droit; leurs courbes de dispersion se placent d'elles-mêmes dans la série précédente; on aurait pu les prévoir à l'avance. On peut alors chercher si, parmi ces courbes qu'on peut construire *a priori*, se trouve la symétrique de celle du pinène gauche. *Le calcul montre qu'il existe une courbe de dispersion pour laquelle* $\frac{\alpha_{436}}{\alpha_D} = 1{,}85$, *la rotation* α_D *correspondante étant* $+109°,5$ *sous* 30^{cm}. *On peut donc espérer trouver dans l'essence droite le corps symétrique du pinène gauche.* Il est accompagné dans cette essence par un corps gauche moins dispersif pour lequel le rapport de dispersion ne saurait dépasser 1,60; en particulier, ce carbure n'est certainement pas le pinène gauche.

Les résultats précédents montrent que l'étude de la dispersion rotatoire est capable de donner, sur la composition de certains mélanges, des renseignements que la mesure de α_D seule est impuissante à procurer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction oxalique des chloroiridates alcalins.* Note de M. **Marcel Delépine**, transmise par M. Armand Gautier.

M. Vèzes fait observer avec raison (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 1392) que, dans les *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux* (année 1900-1901, p. 112), il a étudié l'action de l'oxalate dipotassique sur le chloroiridate de potassium ; il obtient ainsi la réduction de ce dernier en chloroiridite et arrive même, avec une quantité plus considérable d'oxalate, à un iridochlorooxalate $IrCl^2(C^2O^4)^2K^3, H^2O$.

Je regrette que les Recueils les plus en vue (*Bull. Soc. chim.*, *Chem. Centralbl.*, *Traité de Chimie de Moissan*, etc.) n'aient pas analysé cette Communication ; cela a été cause de mon omission ; les chimistes qui ne sont pas membres de la Société des Sciences de Bordeaux m'en excuseront, je l'espère.

Je ferai d'ailleurs remarquer qu'à défaut d'avoir connu le travail de M. Vèzes, je me suis fait un devoir de citer Carey Lea (¹), qui a précédé M. Vèzes de 37 ans et moi-même de 44 ans dans l'emploi de la réduction oxalique des chloroiridates ; je n'ai donc pu avoir la pensée de donner ce mode de réduction comme nouveau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les cétodiacides.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **H. Gault**, présentée par M. A. Haller.

Les cétodiacides, connus pour les séries malonique et succinique, sont inconnus pour les séries supérieures, sauf pour la série pimélique. Nous avons, en effet, montré que les acides $\alpha\alpha'$-dicétopiméliques peuvent être obtenus par saponification des éthers alcoylidène-bisoxalacétiques au moyen des acides minéraux. Nous avons cherché à généraliser ces recherches et à préparer les α-monocéto- et $\alpha\alpha'$-dicétodiacides pour la plupart inconnus jusqu'ici. Cette Note est relative aux recherches effectuées en vue de la préparation des acides α-céto- et $\alpha\alpha'$-dicétoglutariques.

La saponification de l'éther oxalsuccinique, tentée déjà de bien des ma-

---

(¹) *Silliman's Americ. Journ.*, 2ᵉ série, t. XXXVIII, 1864, p. 81.

nières (¹), n'avait fourni jusqu'ici que des produits de dédoublement : acides oxalique et succinique. Nous avons été plus heureux en effectuant la saponification de cet éther par l'acide chlorhydrique à froid, puis portant à l'ébullition pour éliminer la fonction acide β-cétonique; on obtient, dans ces conditions, l'acide α-cétoglutarique avec un rendement de 80 pour 100 :

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 - CO \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} \!\!> \overset{\alpha}{C}H - \overset{\alpha'}{C}H^2 - CO^2C^2H^5 \rightarrow CO^2H - \overset{\alpha}{C}O - \overset{\beta}{C}H^2 - \overset{\alpha'}{C}H^2 - CO^2H.$$

Cet acide est solide et fond à 112°-113°; il jouit de toutes les propriétés des fonctions qu'il renferme, et sa fonction cétonique, en particulier, réagit avec une grande facilité.

Dans le but d'obtenir les homologues de l'acide cétoglutarique, nous avons cherché à préparer les homologues de l'éther oxalsuccinique résultant de la substitution, dans cet éther, des atomes d'hydrogène α ou α′ par des radicaux alcooliques. Nous avons, dans ce but, condensé le pyrotartrate et l'oxalate d'éthyle au moyen de l'éthylate de sodium. On obtient ainsi, avec d'excellents rendements, l'éther α′-méthyl-α-oxalsuccinique, sans qu'on puisse constater la formation d'éther α-méthyl-α-oxalsuccinique. L'éther n'est pas distillable sans décomposition, mais on peut le purifier facilement par dissolution dans les carbonates alcalins et reprécipitation au moyen d'un acide. Il est vraisemblable que la saponification de cet éther conduira à l'acide α′-méthyl-α-cétoglutarique et que les homologues plus élevés pourront être obtenus par un procédé analogue :

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 - CO \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} \!\!> CH - CH(CH^3) - CO^2C^2H^5$$

$$\rightarrow CO^2H - CO - CH^2 - CH(CH^3) - CO^2H.$$

Nous avons, d'autre part, tenté d'alcoyler l'éther oxalsuccinique en faisant réagir l'iodure de propyle sur le dérivé sodé de cet éther. Mais l'expérience montre qu'on obtient exclusivement l'éther oxyde propylique correspondant à la forme énolique de l'oxalsuccinate d'éthyle :

$$\begin{matrix} C^3H^7 - O \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} \!\!> C = C <\!\! \begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ CH^2 - CO^2C^2H^5 \end{matrix}$$

(¹) WISLICENUS, *Berichte*, t. XXII, p. 885. — WISLICENUS et NASSAUER, *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXV, p. 3.

Ce corps bout à 202°-203° sous 20^{mm}, sans décompositions. En le saponifiant au moyen de l'acide bromhydrique, on obtient du bromure d'éthyle, du bromure de propyle et de l'acide α-cétoglutarique, dédoublement qui établit sa constitution. Cette alcoylation de l'oxhydrile énolique est assez curieuse, mais elle rend impossible, comme on le voit, la préparation des acides β-alcoyl-α-cétoglutariques.

Nous avons enfin dirigé nos recherches vers l'éther dioxalsuccinique (1) dont la saponification pouvait conduire à l'acide αα'-dicétoglutarique. La saponification par l'acide chlorhydrique concentré, à la température ordinaire, et le dédoublement consécutif, par ébullition de la solution aqueuse de l'acide intermédiairement formé nous ont conduits à un produit tout à fait différent de celui qu'on pouvait attendre. Nous avons en effet obtenu, avec un rendement de 65 pour 100, un composé acide, colorant le perchlorure de fer en vert, ne donnant aucune réaction cétonique et répondant à la formule $C^6H^4O^5$. Cet acide, chauffé au bain métallique, vers 200°, perd facilement 1^{mol} d'anhydride carbonique en donnant naissance à un produit distillant sans décomposition, se solidifiant par refroidissement et possédant la composition $C^5H^4O^3$. Nous avons identifié par toutes ses propriétés ce composé à l'acide isopyromucique qui se forme en distillant l'acide mucique avec le bisulfate de potasse (2). En particulier, le mélange des deux acides fond au même point que chacun d'eux et il en est de même pour leurs éthers acétiques. Ces résultats, dont l'exposé détaillé fera l'objet d'une Note ultérieure, établissent avec certitude la constitution de l'acide isopyromucique, constitution d'ailleurs conforme à celle que M. Chavanne avait déduite de ses recherches (3). L'acide isopyromucique n'est autre que la β-oxy-α-pyrone et l'acide résultant de la saponification directe de l'éther dioxalsuccinique en est le dérivé α'-carboxylé. Cette réaction intéressante nous amènera, d'autre part, à modifier les conclusions de Wislicenus relativement à la constitution des dérivés de l'éther dioxalsuccinique.

Nous pensons qu'en étendant nos recherches aux éthers cétoniques résultant de la condensation de l'éther oxalique avec les éthers des acides bibasiques supérieurs, il nous sera possible d'obtenir les cétodiacides plus élevés dans la série.

---

(1) WISLICENUS et BOECKLER, *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXV, p. 11.

(2) SIMON, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 255. — LIMPRICHT, *Lieb. Ann.*, t. CLXV, p. 257 et 298.

(3) CHAVANNE, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, p. 571.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un nouveau sucre cristallisé, le perséulose, à sept atomes de carbone.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. L. Maquenne.

Si l'on examine l'ensemble des résultats obtenus dans l'étude des sucres, on voit qu'en dehors de l'allodulcite, dont la synthèse exigera certainement beaucoup de travail, tous les alcools plurivalents prévus par la théorie dans les séries à moins de 7^{at} de carbone sont actuellement connus. On connaît aussi la plupart des sucres réducteurs, aldéhydiques ou cétoniques, qui correspondent à ces alcools. Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des séries supérieures. Ainsi la plus accessible et aussi la plus étudiée de ces séries, celle des sucres en C^7, n'est encore représentée que par deux alcools naturels, d'origine végétale, la perséite et la volémite, et par quelques produits artificiels dus à E. Fischer.

En poursuivant mes recherches sur la bactérie du sorbose, j'ai réussi à obtenir, à partir de la perséite, un nouveau sucre cristallisé, sans doute de nature cétonique, que je vais décrire aujourd'hui. C'est le sucre dont j'ai donné autrefois le mode de formation et que j'ai désigné sous le nom de *perséulose,* nom qui rappelle à la fois ses relations avec la perséite et sa ressemblance chimique avec le lévulose ([1]).

On obtient ce nouveau sucre en oxydant la perséite à l'aide de la bactérie du sorbose. L'opération est conduite exactement comme s'il s'agissait d'oxyder la sorbite ou la glycérine ([2]). Il n'y a qu'une précaution particulière à prendre : c'est d'employer une bactérie très active. Quand la bactérie est atténuée par le temps ou des milieux défavorables, l'oxydation s'arrête dès qu'il y a quelques centièmes de perséulose; elle peut même n'avoir pas lieu. J'ai été arrêté dans mes recherches pendant des années à cause de cette circonstance. La bactérie dont je me servais, qui donnait de bons résultats avec d'autres alcools, arrivait avec peine à oxyder plus de 10 pour 100 de la perséite, de sorte que le sucre produit, mélangé aux substances solubles du bouillon, refusait de cristalliser. En me servant d'une nouvelle bactérie, obtenue par ensemencement spontané de jus de sorbes, l'oxydation a pu atteindre environ 45 pour 100 de la perséite mise en culture et la cristallisation du sirop est devenue possible.

Une expérience réussie a porté sur 470^g de perséite. Après 3 semaines de culture,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 762.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, t. III, 1904, p. 181-288.

on a régénéré, par défécation plombique et concentration, 260^g de substance non oxydée. Les eaux mères, concentrées autant que possible, ont été épuisées par 4^l d'alcool à 90° bouillant. Le perséulose s'est dissous et, après avoir été ramené à l'état de sirop, il a cristallisé en masse dans l'espace de quelques jours. Les cristaux ont été séparés à la presse et purifiés par deux nouvelles cristallisations dans l'alcool à 95°.

Le perséulose ressemble beaucoup au glucose par son aspect, mais il donne des cristaux plus nets.

Sa saveur est franchement sucrée.

Assez peu soluble dans l'alcool fort à la température ordinaire, il s'y dissout abondamment à l'ébullition. Un demi-litre d'alcool à 95° bouillant a suffi, dans une expérience, pour dissoudre 105^g de perséulose; il aurait pu en dissoudre davantage si j'avais eu plus de substance.

Les cristaux sont anhydres et répondent à la formule $C^7H^{14}O^7$:

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	39,85	40,00
Hydrogène................	6,84	6,66

En opérant sur 50$^{cm^3}$ d'une solution à 5 pour 100, j'ai trouvé, par la méthode cryoscopique :

Poids moléculaire........ 209,1 au lieu de 210

Comparativement, le sorbose, essayé dans les mêmes conditions, m'a donné :

Poids moléculaire........ 173,7 au lieu de 180

Le perséulose cristallisé n'a pas de point de fusion net, car il se décompose très facilement quand on le chauffe. Au bloc Maquenne, sa température de fusion instantanée est voisine de 110°-115°.

C'est un sucre fortement lévogyre et doué, comme les autres sucres réducteurs, de la multirotation. Au moment où l'on vient de le dissoudre, il possède, dans l'eau, à la concentration de 10 pour 100, un pouvoir rotatoire d'au moins 90° à gauche; ce pouvoir rotatoire tombe rapidement et se fixe, après quelques heures, à — 81° (la température étant de + 25°).

Le pouvoir réducteur du perséulose est notablement inférieur à celui du glucose, mais il est plus fort que celui du sorbose. En opérant suivant la

technique que j'ai indiquée [1]:

25^mg de perséulose	réduisent	41,1^mg	de cuivre
50	»	»	81,2	»
100	»	»	157,3	»

au lieu de

49,6 95,4 et 177,8

réduits par le glucose et de

38,0 74,2 et 142,8

réduits par le sorbose.

Chauffé avec l'acétate de phénylhydrazine, le perséulose donne, avec de bons rendements, une osazone cristallisée en belles aiguilles soyeuses, fondant au bloc Maquenne, après recristallisation dans l'alcool, vers + 233°, et répondant à la composition $C^{19}H^{24}N^4O^5$:

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	58,80	58,76
Hydrogène	6,42	6,18
Azote	14,35	14,43

Cette osazone est très peu soluble dans les alcools méthylique et éthylique (environ 5^g dans 1^l d'alcool ordinaire à 95° à la température d'ébullition). Elle permet de caractériser très facilement le perséulose en dissolution dans un liquide complexe.

Le perséulose est le premier sucre réducteur à 7^at de carbone produit par une cellule vivante, qu'il ait été possible d'isoler. L'étude de ses produits d'hydrogénation, sur laquelle je reviendrai plus tard, promet d'être très intéressante pour élucider la structure de certaines heptites et, en particulier, de la perséite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Formation de composés dans les solutions d'acide tartrique et de molybdate de sodium.* Note de M. **P. Quinet**, présentée par M. D. Gernez.

M. Gernez [2], étudiant la rotation α_D que font éprouver au plan de polarisation de la lumière jaune du sodium des liqueurs titrées contenant sous

[1] *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 1285.
[2] *Journal de Physique*, 2e série, t. VI, 1887, p. 383.

le même volume un poids fixe d'acide tartrique droit et des poids variables p de molybdate de sodium, conclut de l'allure discontinue de la courbe $\alpha = f(p)$ à la formation dans la liqueur de composés définis.

J'ai étudié des solutions identiques à celles de M. Gernez et j'ai cherché si des propriétés physiques autres que celle de la rotation du plan de polarisation ne conduiraient pas au même résultat.

J'ai déterminé :

1° Les densités des solutions par la méthode du flacon;

2° Les rotations α_D au polarimètre Landolt à l'aide d'un tube de 10^{cm};

3° Les résistances électriques;

4° Les abaissements des points de congélation.

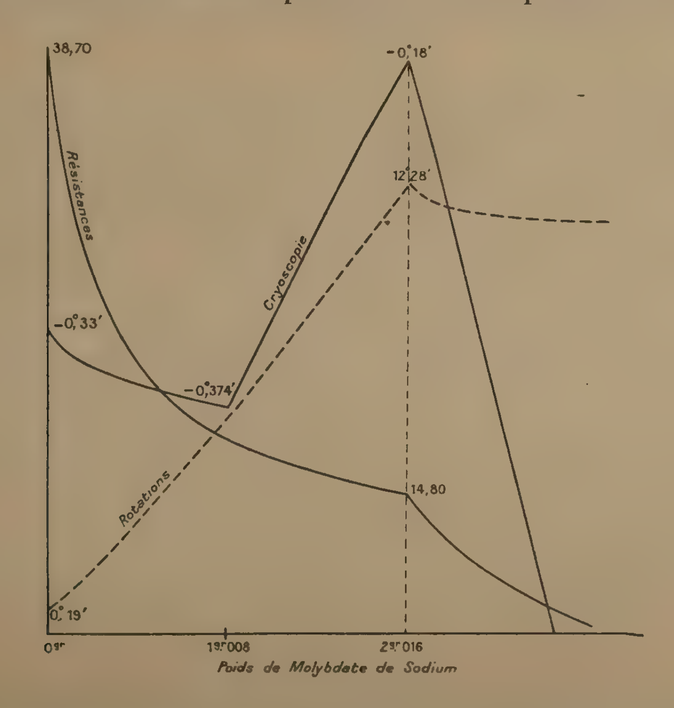
Les expériences ont été faites à la température $20°,5 \pm 0°,5$ sur des solutions contenant toutes pour 50^{cm^3} : $1^g,25$ d'acide tartrique droit et des quantités croissantes de molybdate de sodium.

Les résultats obtenus figurent dans le Tableau suivant :

Poids de molybdate de sodium p.	Molécules de ce sel pour 1^{mol} d'acide tartrique.	Densités des solutions.	Rotations α_D.	Résistances R.	Abaissements des points de congélation C.
0^g	0	1,010	0°.19′	38,70	−0°,33
0,084	$\frac{1}{12}$	1,0116	0.46	33,21	−0,34
0,168	$\frac{1}{6}$	1,0118	1.14	30,39	−0,348
0,336	$\frac{2}{6}$	1,0135	2.10	25,03	−0,354
0,504	$\frac{3}{6}$	1,0149	3. 8	21,98	−0,36
0,672	$\frac{4}{6}$	1,0186	4. 6	19,82	−0,366
0,840	$\frac{5}{6}$	1,020	5. 2	18,86	−0,37
0,924	»	1,022	5.28	18,64	−0,372
1,008	$\frac{6}{6} = 1$	1,025	5.58	18,21	−0,374
1,092	»	1,026	6.30	17,81	−0,356
1,176	$\frac{7}{6}$	1,027	7. 6	17,49	−0,338
1,344	$\frac{8}{6}$	1,029	8.12	16,75	−0,306

Poids de molybdate de sodium p.	Molécules de ce sel pour 1mol d'acide tartrique.	Densités des solutions.	Rotations α_D.	Résistances R.	Abaissements des points de congélation C.
1g,512	$\frac{9}{6}$	1,031	9°.14′	16,14	—0°,272
1,680	$\frac{10}{6}$	1,033	10.28	15,60	—0,242
1,849	$\frac{11}{6}$	1,035	11.28	15,00	—0,21
2,016	$\frac{12}{6}=2$	1,038	12.28	14,80	—0,18
2,187	$\frac{13}{6}$	1,039	11.58	13,30	—0,24
2,353	$\frac{14}{6}$	1,041	11.50	11,25	—0,31
2,521	$\frac{15}{6}$	1,043	11.48	10,37	—0,38

On peut traduire ces résultats par des courbes en portant en abscisses les



poids de molybdate de sodium et en ordonnées les rotations, les résistances

et les abaissements des points de congélation; la courbe des rotations représentée par des traits discontinus et relative aux solutions étudiées est en tous points identique à celle obtenue par M. Gernez.

On constate que les trois courbes présentent un point anguleux très net sur une ordonnée dont l'abscisse correspond à $2^g,016$ de molybdate de sodium ([1]), ce qui indique la formation d'un composé résultant de la combinaison entre 1^{mol} d'acide tartrique et 2^{mol} de molybdate de sodium.

D'autre part, tandis que l'allure des courbes représentant les rotations et les résistances des solutions ne permet pas d'affirmer nettement la formation d'un composé entre 1^{mol} d'acide tartrique et 1^{mol} de molybdate de sodium, le point anguleux présenté par la courbe de cryoscopie montre bien l'existence de ce composé.

Je poursuis ces recherches.

MINÉRALOGIE. — *Le granite alcalin des nappes de la Corse orientale.* Note de MM. **Pierre Termier** et **Jacques Deprat**, transmise par M. Michel Lévy.

Le granite, plus ou moins laminé, souvent même complètement broyé jusqu'au point d'être méconnaissable, joue, dans la constitution des nappes de la Corse orientale, un rôle si important qu'il nous a semblé utile de faire connaître les caractères pétrographiques essentiels de cette roche, considérée dans son type le plus habituel.

Ce type est celui qui a été distingué et décrit par M. Nentien sous les noms de *granulite protoginique* et de *protogine* ([2]), et dont on trouve de beaux exemplaires dans les gorges de la Restonica, du Tavignano, du Golo, de l'Asco et dans les escarpements qui dominent le village de Castirla. C'est lui qui forme, presque exclusivement, les montagnes granitiques des Ægriates et du Tende, lui encore qui reparaît à l'est de Saint-Florent, près d'Oletta, et jusqu'au voisinage de Bastia.

C'est un *granite alcalin,* largement cristallisé, très riche en quartz (enfumé ou

(1) La courbe des densités, non figurée ici, présente également une discontinuité pour cette teneur.

(2) E. Nentien, *Étude sur la constitution géologique de la Corse* (*Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique de la France,* p. 64, Paris, 1897).

légèrement violacé), très pauvre en biotite. On y distingue, à l'œil nu, deux feldspaths : l'un blanc, ou blanc jaunâtre, ou blanc rosé, ou enfin rose, qui est le plus souvent très frais; l'autre verdâtre, cireux et évidemment très altéré. Au microscope, le premier de ces deux feldspaths s'affirme comme une microperthite, à fond d'orthose; le second, comme un plagioclase très voisin de l'albite pure et fortement kaolinisé. La biotite est toujours plus ou moins décomposée, soit en mica blanc, avec séparation d'un peu de sphène; soit en chlorite, avec séparation d'un peu d'épidote; soit, enfin, en un minéral inconnu, déjà signalé par M. Nentien (fines aiguilles brunes, très polychroïques et très biréfringentes), et qui est en cristaux trop petits et trop disséminés pour qu'on puisse l'isoler et le définir. Çà et là, on trouve du zircon et de l'allanite.

Voici l'analyse, par M. Pisani, d'un échantillon moyen, très frais et à peu près épargné par le laminage, provenant des gorges de la Restonica. Nous mettons en regard la moyenne de six analyses (par M. le D[r] Rüst, de Genève) de *granite du Pelvoux* :

	Granite	
	de la Restonica.	du Pelvoux.
SiO^2	77,50	76,20
TiO^2	0,06	non dosé
Al^2O^3	11,80	12,73
Fe^2O^3	0,41	1,85
FeO	0,72	non séparé de Fe^2O^3
MgO	0,65	0,52
CaO	0,39	0,85
K^2O	4,18	4,66
Na^2O	3,10	3,35
Perte au feu	1,90	0,78
Total	100,71	100,94

Le granite de la Restonica est donc un *granite alcalin*, fort semblable au *granite du Pelvoux*. Sa composition minéralogique, d'après l'analyse ci-dessus, est à peu près la suivante, sur 100 : 24 orthose, 26 albite, 2 anorthite, 3 kaolin, 1 biotite, 4 chlorite, 40 quartz. La plus grande partie de l'albite est comprise dans la microperthite.

A côté de ce type dominant, il y en a d'autres, le plus souvent aplitiques ou pegmatoïdes, et qui sont aussi, le plus souvent, des granites alcalins. Le plus important de ces autres types est celui qui forme les deux rives de l'Asco, au nord de Ponte-Leccia, et la région de Piedigriggio et de Popolasca. C'est un granite pegmatoïde à microperthite rose et rouge, parfois avec microcline où intervient l'oligoclase, avec de rares cristaux de biotite, riche en zircon; il est à peu près identique comme composition à

la *granulite* des Calanques entre Piana et Porto [1]. D'autres types, *beaucoup plus rares,* s'écartent des précédents ; ainsi quelquefois (pont sur l'Asco au nord de Ponte-Leccia), on trouve des granites laminés à muscovite, ou des types riches en hornblende et biotite (Scala de Santa Regina, Scala du Monte Renoso).

Ainsi que l'un de nous l'a montré en 1905 [2], la bande de roches granitiques plus ou moins laminées que M. Nentien a englobées sous le nom de *protogine* est loin d'être homogène, surtout près de sa terminaison méridionale. Le caractère commun est donné par le laminage, plutôt que par la constance de la composition minéralogique et de l'aspect. Il nous semble donc qu'il vaut mieux ne plus se servir du mot *protogine,* quand on parlera des roches de Corse. Si l'on veut désigner le granite dominant des nappes corses, qui est bien celui que M. Nentien avait en vue quand il a distingué la protogine, il convient, suivant nous, de l'appeler *granite alcalin de la Restonica,* ou *granite alcalin des nappes de la Corse orientale.*

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'urohypertensine.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Dans une Communication antérieure (18 mai 1908), nous avons montré qu'on pouvait séparer par l'acide oxalique, de l'extrait éthéré d'urine humaine normale, un précipité qui, repris par l'eau, fournit une solution douée d'un pouvoir vaso-constricteur énergique.

L'étude que nous venons de faire de cette action nous a conduits aux résultats suivants :

1° L'élévation de la pression artérielle est en rapport avec la quantité de substance dissoute, c'est-à-dire proportionnelle à la quantité d'urine traitée ;

2° Cette élévation de pression se manifeste tout aussi intense après la section du bulbe et des nerfs vagues ;

3° Elle se reproduit avec les mêmes caractères et la même intensité quand, après la section du bulbe, on a détruit la moelle épinière par un courant d'eau chaude (méthode de M. E. Gley) ;

---

(1) J. Deprat, *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 119, t. XVIII, mai 1908.

(2) J. Deprat, *L'origine de la protogine de Corse* (*Comptes rendus,* t. CXLI, p. 151).

4° Enfin, si l'on administre au sujet (chien) une très forte dose de chloral qui, comme l'a montré M. François-Franck, paralyse les ganglions nerveux, on obtient encore une élévation de pression manifeste, quoique bien moins marquée qu'avant l'intoxication chloralique.

Il résulte de ces faits que l'action vaso-constrictive est principalement d'origine périphérique. La substance hypertensive agit en excitant les ganglions périphériques du grand sympathique et aussi, bien qu'à un moindre degré, les fibres musculaires des vaisseaux.

Nous proposons de donner à cette substance le nom d'*urohypertensine*, sans vouloir préjuger de sa pureté, car le précipité obtenu dans l'extrait éthéré d'urine par l'acide oxalique possède, à côté de l'action vaso-constrictive, un effet manifeste sur les centres respiratoires (polypnée) ainsi que sur certaines sécrétions (salivaire, lacrymale et nasale).

Ces effets complexes sont-ils dus à une seule substance ou, comme nous le pensons, à plusieurs agents distincts? C'est là ce que des expériences en cours nous permettront, comme nous l'espérons, d'élucider.

PHYSIOLOGIE. — *La grandeur relative de l'œil et l'appréciation du poids encéphalique.* Note [1] de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

1° Chez les Vertébrés inférieurs, j'ai trouvé, avec M. Laugier, qu'il existe entre la grandeur de l'œil et le poids de l'encéphale une relation évidente sans calcul.

Exemples : *Rana esculenta* et *Rana fusca* présentent à peu près le même poids du corps ; elles ne paraissent pas se distinguer l'une de l'autre quant à la complexité de leur vie de relation ; or l'encéphale de *R. esculenta* est plus lourd que l'encéphale de *R. fusca*, de 20 pour 100 environ ; le diamètre transversal de l'œil varie de l'une à l'autre à peu près dans le même rapport. L'encéphale de *Lacerta viridis* est presque triple (en poids) de celui d'*Anguis fragilis ;* le diamètre de l'œil du premier est un peu plus que double de celui du second. Une Dorade, *Pagellus centrodontus*, se distingue parmi les *Sparidæ* par les dimensions considérables de ses yeux ; son encéphale l'emporte d'un tiers (toujours à poids du corps égal) sur celui d'une espèce voisine à œil plus petit.

---

(1) Présentée dans la séance du 13 juillet 1908.

Réciproquement, *Alytes obstetricans* et *Hyla arborea*, avec des poids du corps dont l'un est presque le double de l'autre, ont des yeux à peu près égaux ; leurs poids encéphaliques sont aussi à peu près égaux [1].

La surface rétinienne a donc, sur le poids de l'encéphale, une influence prépondérante par rapport aux autres surfaces somatiques.

2° Cette prépondérance se retrouve chez les Mammifères ; mais ici, pour s'en rendre compte, il faut d'abord déterminer la loi suivant laquelle la grandeur de l'œil varie avec la grandeur du corps entre animaux semblablement organisés.

Il est classique que « la grandeur [relative] de l'œil est en raison inverse de la grandeur du corps » (Haller); c'est-à-dire que les dimensions de l'œil varient moins que les dimensions homologues du corps en général. Il est assez difficile de trouver les éléments d'un calcul précis. J'ai mesuré : chez le Chat domestique, pour un poids corporel de 3^{kg}, un diamètre oculaire transversal de 20^{mm}; chez la Panthère, pour un poids de 40^{kg}, un diamètre oculaire de 28^{mm}. En calculant sur ces chiffres, on trouve que la surface rétinienne varie moins vite que la racine carrée et plus vite que la racine cubique de la surface corporelle; une telle relation n'a pas de signification géométrique; d'autre part, les données expérimentales sont généralement, comme ici, le poids du corps et le diamètre oculaire; il est donc préférable d'établir la relation directement entre ces données : on trouve alors que les diamètres oculaires sont entre eux sensiblement comme les racines huitièmes des poids corporels. Cette relation, essayée sur tous les chiffres que j'ai pu me procurer, m'a paru convenable au moins comme première approximation.

Nous appellerons *coefficient oculaire* d'un animal *le quotient de son diamètre oculaire transversal moyen* (en millimètres) *par la racine huitième de son poids corporel* (en grammes).

Remarque. — Dans l'espèce *Chien domestique* (et, généralement, dans l'intérieur d'une espèce donnée), le poids encéphalique varie moins vite que la puissance 0,56 du poids corporel (loi de Dubois); il varie comme la puissance 0,25 de ce poids (Lapicque) [2].

Dans l'espèce Chien domestique, le diamètre oculaire ne varie que de 20^{mm} à 23^{mm} quand le poids du corps varie de 5^{kg} à 40^{kg}, soit comme la racine quinzième de ce poids; c'est-à-dire que l'*exposant de relation* oculaire est diminué, par rapport à ce qu'on observe entre espèces dictinctes, dans la même proportion (eu égard à la précision de nos mesures) que l'exposant de relation encéphalique.

---

(1) Voir Lapicque et Laugier, *Société de Biologie*, 20 juin 1908.

(2) *Société d'Anthropologie de Paris*, 6 juin 1907.

3° Si maintenant l'on compare le coefficient oculaire défini ci-dessus au coefficient céphalique (quotient du poids encéphalique par la puissance 0,56 du poids corporel), la relation dont nous parlions devient facilement apparente. Voici quelques exemples chez les Mammifères :

	Poids du corps.	Poids de l'encéphale.	Diamètre oculaire.	Coefficient de céphal. 10².	Coefficient oculaire.
	g	g			
Musaraigne........	8,8	0,17	1,0	5	0,8
Rat...............	370	2,30	5,5	8	2,6
Gerboise..........	295	2,56	10	11	4,9
Marmotte..........	3000	12,0	16	13	5,9
Lapin de garenne...	1460	10,5	17	19	6,9
Chat..............	3000	29	20	33	7,4
Panthère..........	40000	133	28	35	7,5
Renard............	5500	47	19	38	6,5
Chien (moyen).....	17000	87	22	37	6,5
Chameau...........	625000	650	43	38	8,1
Gazelle...........	68000	216	40	43	10
Cheval............	368000	532	50	41	10
Homme.............	66000	1360	23	273	5,7

La famille des Rongeurs est particulièrement significative; dans ce groupe, en effet, le coefficient céphalique présente de grandes divergences que E. Dubois a signalées comme une énigme. Pour les espèces citées ici, on voit que ces divergences suivent presque exactement les différences dans les dimensions relatives de l'œil.

Le coefficient céphalique extrêmement bas des insectivores coïncide avec un extrêmement petit coefficient oculaire.

Inversement, au grand œil des Herbivores, nettement exprimé par le coefficient oculaire, correspond un encéphale relativement très pesant; la liaison des deux grandeurs est soulignée par le cas du Chameau, dont le coefficient oculaire un peu moindre est accompagné d'un coefficient céphalique moins élevé.

4° Puisqu'il en est ainsi, la considération de ce facteur rétinien modifie notablement la signification du coefficient céphalique (coefficient de céphalisation de Dubois). Assurément, l'acuité sensorielle est un élément non négligeable de l'intelligence; il est même remarquable, à ce propos, de voir, dans un groupe où les hémisphères cérébraux ont pris un tel développement, la relation quantitative entre l'œil et l'encéphale total restée aussi étroite que chez les Poissons, où les lobes optiques font le quart et même le tiers de l'encéphale. Mais ce qu'on avait espéré trouver dans le coefficient céphalique,

c'était la mesure de la coordination nerveuse supérieure, abstraction faite de toute question de grandeur somatique. On est d'accord maintenant sur ce point, qu'une telle mesure doit être exprimée par un coefficient, non par un terme additif; mais le coefficient de Dubois ne donnait cette mesure qu'autant que la richesse relative de chaque espèce d'innervation, sensorielle ou motrice, resterait constante en passant d'un animal à un autre. Nous venons de voir que la richesse relative en innervation visuelle, d'une part, varie beaucoup, d'autre part, influe considérablement sur le développement quantitatif total de l'encéphale.

Il y a donc, de ce fait, une correction parfois importante à introduire avant que d'apprécier la supériorité intellectuelle par le coefficient en question. Sans essayer actuellement d'effectuer numériquement cette correction, on voit facilement, par l'examen des deux dernières colonnes du Tableau, qu'on obtiendrait ainsi une amélioration notable de l'appréciation des espèces. Le Lapin n'est pas deux fois et demie plus intelligent que le Rat; de même, la supériorité des Ruminants sur les Canidés est visuelle, non intellectuelle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la constitution des nucléo-protéides. Recherches sur les constituants de la pepsine.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, transmise par M. Armand Gautier.

Nous nous sommes proposé non pas d'étudier la constitution de l'agent protéolytique à l'état de pureté, mais de rechercher quels sont les corps chimiquement définis qu'on peut retirer de la pepsine extractive. Cette matière nous intéressait en tant que source de nucléo-protéides glandulaires; car, si la constitution des nucléo-protéides du sperme, du thymus, des leucocytes a été élucidée par de nombreux chimistes, on n'en pourrait dire autant des protéides nucléaires élaborés par des glandes proprement dites. Un travail de Pekelharing avait bien signalé la présence de la xanthine et des sucres réducteurs dans les produits d'hydrolyse de la pepsine; mais aucune recherche d'ensemble n'avait été effectuée sur la nature des albumines soudées dans ce cas à l'acide nucléique.

La méthode que nous avons décrite dans notre dernier Mémoire ([1]) nous a permis d'étudier les corps azotés constitutifs de la pepsine, en opérant

([1]) L. Hugounenq et A. Morel, *Comptes rendus*, juin 1908, p. 1291.

sur 4^{kg} de matière mis gracieusement à notre disposition par les établissements Byla, de Gentilly, auxquels nous adressons tous nos remercîments.

Cette pepsine extractive avait été obtenue par digestion de la muqueuse rouge de la grande courbure du porc dans quatre fois son poids de HCl à 2 pour 1000, au bain-marie, à 50°. Après concentration en extrait, le titre est de 200. La consistance est celle d'un extrait mou et poisseux qui retient encore 25 pour 100 d'eau et 3,72 pour 100 de cendres. L'analyse immédiate permet d'en extraire, à l'état libre, 0,45 pour 100 de tyrosine et 0,8 pour 100 d'un mélange de leucine et de valine qui cristallisent quand on neutralise la solution aqueuse de la matière.

La pepsine a été hydrolysée en plusieurs fractions de 1^{kg} chacune, soit par SO^4H^2 à 50 pour 100, soit par HCl à 30 pour 100, à l'ébullition; soit par HFl à 25 pour 100, au bain-marie, méthode bien préférable aux précédentes, ainsi que nous l'avons démontré. Nous avons étudié les produits d'hydrolyse sous forme de cristaux ou de dérivés cristallins. Le Tableau suivant fait connaître les proportions de constituants que nous avons recueillies.

	Pour 100 du produit sec (cendres déduites).
Tyrosine	1,7
Alanine	3,2
Valine	7,5
Leucine	11,4
Phénylalanine	2,2
Pseudo-histidine ([1])	0,4
Lysine	6,5
Pseudo-lysines ([2])	0,5
Arginine	2,0
Adénine	0,5
Xanthine	moins de 0,01 pour 100
Guanine	0,2
Glucosamine	1,4

Nous pouvons résumer comme suit les faits précédents :

1° La pepsine extractive contient, à l'état libre, quelques acides monoamidés, formés par autodigestion probablement.

2° Nous n'y avons trouvé aucun des termes suivants : glycocolle, acides aspartique et glutamique, sérine, proline, cystine, acide diamino-dodécanoïque. Il est bon d'observer néanmoins que cette constatation n'a que la portée d'un fait négatif.

3° La proportion des corps monoamidés par rapport aux diamines est plus forte que dans les protamines et les histones.

([1]) Composé nouveau.

([2]) Voir plus loin pour ce qui concerne ces corps.

4° Nous n'avons pas rencontré d'histidine, mais du groupe de diamines précipitables par l'argent nous avons isolé un corps en $C^4H^8Az^2O^2$ que nous avons analysé en nature et à l'état de dérivé benzoylé. C'est cette substance que nous désignons sous le nom de *pseudo-histidine*. Nous l'étudierons prochainement.

5° Dans l'alcool mère du picrate de lysine, nous avons trouvé deux picrates très bien cristallisés en prismes volumineux. L'un d'entre eux, fusible à 216°, est le dérivé d'un corps en $C^{11}H^{21}Az^3O^5$ qui paraît être une dipeptide provenant de l'union de la lysine avec l'acide glutamique

$$C^6H^{12}AzO^2.AzH-CO.C^4H^8AzO^2.$$

Dans un précédent Mémoire [1], nous avons déjà appelé l'attention sur ces peptides cristallisés obtenus en petite quantité au cours de l'hydrolyse des matières protéiques et analysé des dérivés de l'arginine avec la proline et l'acide aspartique. L'existence de ces peptides paraît être un fait assez général.

6° La pepsine, en se dédoublant, fournit des bases puriques, mais pas de xanthine en quantité appréciable, lorsqu'on évite au cours des opérations d'oxyder la guanine et l'adénine, seuls corps puriques séparés par nous.

7° Nous n'avons pas trouvé de corps pyrimidiques (thymine, uracyle, cytosine).

8° Comme sucre azoté, nous avons extrait la glucosamine, isolée à l'état de combinaison avec l'isocyanate de phényle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la signification sémiologique de l'indoxyle urinaire. Recherche de l'indol dans le pus.* Note [2] de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. Dastre.

Il est classique de dire que le symptôme indoxylurie peut être lié à l'existence d'une collection purulente en un point quelconque de l'organisme [3].

Cette notion est, à première vue, logique, car dès l'instant où il est démontré que la production de l'indol est, dans l'intestin, sous la dépendance effective d'un processus bactérien qui s'attaque à certaines substances

(1) L. Hugounenq et J. Galimard, *Comptes rendus*, 23 juillet 1906.

(2) Présentée dans la séance du 13 juillet 1908.

(3) Consulter pour la bibliographie la Thèse de mon élève, M. Hervieux : *Recherches biochimiques sur l'indol et l'acide glycuronique*, Paris, Sorbonne, juin 1908.

protéiques, on peut concevoir également que cet indol puisse apparaître partout, conséquemment dans des régions autres que l'intestin, où pulluleront des germes capables de décomposer les matières albuminoïdes : c'est le cas dans les collections purulentes.

Toutefois, une rectification *a priori* est ici nécessaire. La production de l'indol aux dépens des substances protéiques est, en effet, une propriété qui n'est nullement dévolue à tous les microbes, quels qu'ils soient. C'est aujourd'hui un fait bien établi, d'ordre expérimental, qui ne peut donc cadrer avec l'opinion classique rappelée plus haut, laquelle admet la présence de l'indol dans tous les pus indistinctement, quelle qu'en soit la nature. Il était, au surplus, facile de résoudre la question, et pour cela la recherche systématique de l'indol dans les pus les plus divers s'imposait.

Voici la technique que j'ai suivie pour déceler l'indol :

25^{cm^3} à 50^{cm^3} de pus sont dilués dans 1^l d'eau; on ajoute 4^{cm^3} à 5^{cm^3} de lessive de soude, puis on distille dans un courant de vapeur d'eau. Les eaux d'entraînement (on en recueille 1^l à $1^l,5$) sont épuisées deux fois successivement par 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de benzène très pur et l'indol est recherché dans le mélange des deux extraits benzéniques avec le réactif si sensible d'Ehrlich, la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde (1).

On peut encore opérer en faisant l'extraction directe de l'indol soupçonné au moyen du benzène. Le pus, non dilué cette fois, est agité pendant quelques minutes, à la température de 40° à 50°, avec du benzène. On a pris soin d'ajouter quelques gouttes de lessive de soude dans le cas où le pus serait trop épais. On porte ensuite à la centrifugeuse pour disloquer l'émulsion et séparer le benzène dans lequel on recherche l'indol.

Certains pus abandonnant au benzène des pigments plus ou moins jaunâtres qui peuvent fausser ou gêner la réaction colorée que donne la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, j'estime, par l'examen comparatif que j'ai pu faire des deux méthodes dont il vient d'être parlé, que la première est préférable à la seconde. Elle offre, en outre, plus de sécurité. C'est qu'en effet, la réaction d'Ehrlich n'est nullement spécifique de l'indol; mais il faut bien reconnaître toutefois que les conditions dans lesquelles on opère ici restreignent singulièrement le choix que l'on est amené à faire des corps susceptibles de réagir avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, et il n'est pas douteux que l'indol est le seul d'entre eux (la présence du scatol n'ayant pas encore été signalée dans le pus) qui puisse passer à la distillation lorsqu'on utilise la première méthode (entraînement à la vapeur d'eau après alcalinisation de la dilution purulente).

Au surplus, il m'a été possible, avec quelques pus qui contenaient de l'indol, de caractériser celui-ci par une réaction qui ne laisse aucun doute quant à la nature chimique du corps entraîné par la vapeur d'eau. Par l'emploi de l'eau oxygénée, réaction que j'ai été le premier à signaler, j'ai pu transformer la fort petite quantité d'indol contenue dans l'extrait benzénique, après, bien entendu, distillation préalable du benzène, d'abord en indoxyle, puis en indigo (2). C'est là un fait des plus inté-

---

(1) Voir la Thèse d'Hervieux, p. 7.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. III, 1908, p. 229.

ressants et de très haute valeur, car l'indol est le seul, entre les composés qui donnent des réactions colorées avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, qui soit capable de fournir de l'indigo dans les circonstances qui viennent d'être rappelées (¹).

En possession d'une technique que je pense devoir donner toute satisfaction, j'ai recherché l'indol dans les collections purulentes les plus diverses comme espèces animales (cheval, chien, chèvre, porc, vache), comme siège (abcès sous-cutanés, abcès de la mamelle, des poches gutturales, du fourreau, abcès ganglionnaires, arthrites purulentes), comme nature (affections streptococciques, staphylococciques, colibacillaires).

Sans entrer dans le détail des 25 observations que m'ont procurées les animaux, je dirai que 9 fois seulement la recherche de l'indol a été positive; 13 fois elle fut négative et 3 fois le résultat fut douteux, car l'anneau coloré qui caractérise la réaction d'Ehrlich fut lent à se produire et extrêmement peu marqué.

Somme toute, les pus ne contiennent pas tous de l'indol et il semble rationnel d'admettre que la qualité du pus, au point de vue qui nous occupe, doit être sous la dépendance absolue du microbe qui a provoqué le développement de l'abcès. En d'autres termes, il y a lieu de penser que l'on ne devra rencontrer d'indol dans une collection purulente que lorsque celle-ci sera due à un germe capable de donner de l'indol dans les cultures *in vitro*.

J'ajouterai que, lorsqu'il m'a été donné de rencontrer de l'indol dans le pus, cela n'a jamais été qu'en quantités extrêmement faibles (fractions de milligramme); il s'agit là de doses qui ne pourraient vraiment pas suffire à provoquer une indicanurie marquée.

On ne saurait donc rattacher avec raison une élimination exagérée d'indoxyle à une fonction pyogénique s'exerçant en un point quelconque de l'économie. Il ne faut pas oublier que l'intestin est un lieu de constante production d'indol et que le moindre trouble dans son fonctionnement peut amener un excessif développement des putréfactions microbiennes, juxtaposées aux processus diastasiques de la digestion normale qu'elles entravent, et conséquemment une fabrication exagérée d'indol.

En un mot, c'est toujours du côté de l'intestin qu'il faut regarder pour trouver l'explication d'une indoxylurie qu'on juge anormale.

(¹) L'étude du spectre d'absorption de la solution aqueuse de la couleur rouge donnée par l'indol avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde est également d'une grande valeur (voir la Thèse d'Hervieux).

PHARMACODYNAMIE. — *Recherches sur l'action pharmacodynamique du cyclohexane et de quelques-uns de ses dérivés.* Note de MM. **A. Brissemoret** et **J. Chevalier**, présentée par M. Guignard.

Ces recherches ont été entreprises pour vérifier le principe énoncé par l'un de nous (Brissemoret, *C. R. S. B.*, t. LXIV, 1908, p. 253) :

« Le sens de l'action pharmacodynamique d'un composé organique non azoté est orienté par la fonction de support, c'est-à-dire par l'hydrocarbure. »

Pour cette vérification, nous avons utilisé de préférence la série du cyclohexane, parce que des alcools de cette série, la quercite et les inosites, existent chez un grand nombre d'êtres vivants, et nous avons tenté de caractériser l'action sur le cœur de divers représentants de cette série, parce que l'inosite, élément normal de la fibre musculaire, est plus abondamment contenue dans le muscle cardiaque.

Nous avons employé, pour nos recherches, le cyclohexane C^6H^{12} en solution aqueuse saturée, le cyclohexanol $C^6H^{11}OH$ en solution aqueuse saturée, la quercite $C^6H^7(OH)^5$ en solution aqueuse à 0,5 et à 1 pour 1000, l'inosite *i*, $C^6H^6(OH)^6$, en solution aqueuse à 0,5 et à 1 pour 1000 : nous avons opéré sur le cœur de lapin, isolé par la méthode de Langendorff et irrigué avec du sérum de Locke auquel nous ajoutions les substances à expérimenter.

Dans ces conditions, la quercite et l'inosite *i* en solution à 0,5 pour 1000 déterminent l'accélération des mouvements cardiaques et augmentent leur énergie. En solution à 1 pour 1000, après une phase analogue de renforcement, ces deux corps produisent du ralentissement du cœur, des irrégularités, une tendance à la contracture, des périodes d'accélération, avec systoles incomplètes et finalement l'arrêt du cœur en systole, dur, contracturé, inexcitable.

Avec le cyclohexane et surtout le cyclohexanol, la prédominance des phénomènes nerveux déterminant les irrégularités est assez accentuée pour masquer presque complètement les manifestations musculaires que nous avions constatées avec les alcools précédents.

L'expérimentation faite avec le cyclohexane (40^{cm^3} de solution aqueuse saturée dans 1^l de sérum de Locke) met très nettement en relief les caractères communs à l'action pharmacodynamique de ces différentes substances : contracture du myocarde, phénomène contemporain d'une période d'accélération cardiaque et qui amène l'arrêt du cœur en systole; apparition prévue d'irrégularités cardiaques se traduisant par une dissociation du rythme des contractions auriculaires et ventriculaires, les premières

conservant leur rythme normal, les secondes ne s'effectuant que toutes les trois ou sept systoles auriculaires réalisant le phénomène désigné par les auteurs allemands sous le nom de *herzblock;* plus tard, apparaissent des systoles bigéminées avec une systole normale énergique suivie d'une systole incomplète : c'est à ce moment que le muscle se contracture, puis le rythme ventriculaire coïncide avec le rythme auriculaire, tous deux accélérés, et cet état persiste jusqu'à l'arrêt final du cœur.

Les troubles du rythme cardiaque sont beaucoup plus marqués avec le cyclohexanol qu'avec le cyclohexane et plus encore qu'avec la quercite et l'inosite, et les accents toxiques évoluent d'autant plus rapidement qu'on substitue le cyclohexane à la quercite et à l'inosite *i* et le cyclohexanol au carbure.

En résumé, le cyclohexane excite fortement les appareils nerveux intracardiaques et contracture le myocarde; le cyclohexanol agit plus fortement encore que le cyclohexane sur le système nerveux cardiaque et contracture prématurément le myocarde; au contraire, les manifestations musculaires produites par la quercite et l'inosite *i* sont plus apparentes parce que leur action nerveuse est plus atténuée que celle des deux corps précédents. L'action qu'exercent sur le cœur le cyclohexanol, la quercite et l'inosite *i* est donc due au squelette hydrocarburé qui leur est commun, mais l'introduction dans l'hydrocarbure d'un seul groupement fonctionnel alcool exagère l'action nervine; par contre l'accumulation dans le cyclohexane de plusieurs groupements fonctionnels alcool diminue la toxicité, l'irritation nerveuse et favorise l'action toni-myocardique.

Ces résultats n'ont pas seulement un intérêt théorique; l'existence de la quercite et des inosites dans le monde vivant permet d'envisager leur rôle biologique en recherchant d'une part dans quelle mesure ils président au fonctionnement des organes qui en renferment, d'autre part quelles modifications ils peuvent imprimer à l'organisme animal à titre d'agents pharmacodynamiques.

Cette partie du rôle biologique de la quercite et des inosites seule peut être discutée actuellement : nos expériences montrent, en effet, que ces corps, considérés jusqu'ici comme des substances inertes, possèdent une toxicité qui n'est pas négligeable. Pour la quercite, il semble que certains des phénomènes morbides connus en pathologie vétérinaire sous le nom de *mal de brou* lui soient imputables. L'inosite existe dans beaucoup de produits utilisés en médecine comme stimulants de l'activité musculaire : l'extrait de viande, l'extrait de feuilles de noyer, l'extrait de gui, la cochenille. Il faut, croyons-nous, dans l'action sur la fibre musculaire de ces différentes substances, et notamment de celle du gui, réserver une part à l'inosite. Cette action permettrait d'expliquer pourquoi la dépression de l'activité car-

diaque produite par la saponine du gui est atténuée lorsqu'on emploie l'extrait de gui et pourquoi cette dernière préparation est susceptible de fournir des résultats thérapeutiques dans les cas d'inertie utérine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la présence des gaz rares dans l'atmosphère à diverses hauteurs.* Note de M. L. Teisserenc de Bort, transmise par M. Mascart.

L'étude de la haute atmosphère m'a conduit à rechercher la présence des gaz rares, particulièrement de l'argon, du néon et de l'hélium dans l'air recueilli à diverses hauteurs. L'intérêt de cette étude est encore augmenté par l'opposition qui existe entre les caractères de la circulation atmosphérique à diverses altitudes; tandis que la composition des couches basses et moyennes tend à être régularisée par le brassage permanent de l'air dû aux mouvements tourbillonnaires, la zone dite *isotherme* qui s'étend au-dessus est formée d'un feuilleté de courants superposés assez indépendants les uns des autres.

Je dois rappeler qu'en 1897 M. Cailletet a, le premier, procédé à des expériences à l'aide d'un appareil qu'il établit pour recueillir automatiquement de l'air. Ce dispositif, porté par l'*Aérophile* de MM. Hermite et Besançon, a permis à M. Müntz de déterminer la composition de l'air à grande hauteur et à M. Théodore Schlœsing de mesurer sa teneur en argon dans la prise du 18 février 1897 (voir *Comptes rendus* du 8 mars 1897).

Depuis cette époque, les découvertes de Sir William Ramsay ont montré l'existence dans l'air au niveau du sol de quatre nouveaux gaz qui accompagnent généralement l'argon.

Comme les ballons-sondes employés couramment sont d'assez petit volume, au plus une centaine de mètres cubes, j'ai cherché à établir un appareil beaucoup plus léger que celui que pouvait enlever l'*Aérophile*, me proposant aussi d'obtenir une certitude complète, tant au point de vue de l'altitude à laquelle est puisé l'air que de la pureté de la prise. L'appareil ne comporte en effet aucun robinet, graisse ou produit chimique servant à l'obturation.

Pour cela j'ai disposé des tubes ou des petits ballons de verre se terminant à une extrémité par une tubulure fermée qui sert au retour à puiser l'air dans le récipient, tandis qu'à l'autre extrémité le tube porte une pointe effilée fermée au chalumeau après que le vide a été fait. A ce récipient, convenablement abrité et suspendu, est fixé un mécanisme déclenché électriquement qui brise la pointe effilée au moment

voulu; quelques instants après, un second contact envoie le courant d'un petit accumulateur dans un fil de platine entourant la base de la pointe effilée. Ce fil porté au rouge fond le verre et scelle ainsi la prise d'air.

Les contacts sont réglés par un baromètre, si la prise d'air doit être effectuée à une hauteur donnée, ou par le mouvement d'horlogerie d'un enregistreur ordinaire porté par le ballon, si l'on se propose de recueillir l'air le plus haut possible.

Les premières observations ont été faites avec des tubes de quelques centimètres cubes seulement au mois de juillet 1907; des tentatives répétées ont eu lieu à bord de l'*Otaria*, pendant l'été dernier, par les soins de mes collaborateurs pour rapporter de l'air des régions élevées intertropicales. Mais l'atmosphère saline de la mer a empêché les contacts de fonctionner; au contraire, à Trappes, nous avons pu recueillir une série d'échantillons de l'air des hautes régions dont le volume à 760^{mm} variait entre 200^{cm^3} et 400^{cm^3}.

Dans ces échantillons, j'ai recherché par le spectroscope la présence de l'argon et de ses compagnons, et cela par deux méthodes différentes. Les prises ont été divisées en deux parties : l'une dont on a extrait d'abord l'argon et les gaz rares par le calcium ([1]); l'autre qui a été soumise à l'action du charbon refroidi dans l'air liquide, absorbant l'oxygène, l'azote et l'argon de l'air, et laissant ainsi paraître les spectres de l'hélium et du néon.

Bien que cette étude doive être poursuivie assez longuement, je crois utile de résumer les résultats obtenus jusqu'à ce jour.

Dans toutes les prises, et quelle que soit leur hauteur, on constate, comme on devait s'y attendre, une proportion notable d'argon.

L'hélium, caractérisé surtout par sa raie jaune et quelques raies vertes et bleues, a été observé dans les prises faites depuis les couches basses jusqu'à 10^{km} de hauteur. Au contraire, dans les échantillons recueillis aux environs de 14^{km}, nous n'avons pu encore constater la présence de l'hélium, alors qu'en opérant sur le même volume, à la même pression et dans le même appareil, on retrouve d'ordinaire des traces nettes de ce gaz dans l'air au voisinage du sol.

Le néon ([2]), bien caractérisé par sa raie jaune et ses principales raies rouges, se voit nettement dans toutes les prises d'air traitées par les deux méthodes.

([1]) Cette méthode est due à M. Moureu et remplace avantageusement l'absorption de l'azote et de l'oxygène par le magnésium, employée par Lord Rayleigh et Sir William Ramsay.

([2]) Pour conserver le néon dans les tubes d'analyse spectrale, j'ai substitué aux électrodes d'aluminium généralement en usage des électrodes de cuivre qui l'absorbent peu, tandis qu'avec l'aluminium le spectre de ce gaz ne tarde pas à disparaître, si le néon est en petite quantité dans le tube.

Ce résultat semble justifier l'identification de plusieurs des raies observées dans le spectre des aurores boréales avec celles du néon, sous cette réserve que la raie jaune $\lambda = 5852$ n'a pu être retrouvée dans l'aurore, alors qu'elle est très brillante dans les divers échantillons d'air.

Je saisis cette occasion pour remercier Sir William Ramsay des conseils qu'il a bien voulu me donner lorsque je lui ai exposé, en janvier dernier, mes premières recherches.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juillet 1908.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1908 *la répartition des subventions du Fonds Bonaparte,* présenté dans la séance du 29 juin 1908 par M. G. Darboux. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXLVI, p. 1431.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Leçons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques, professées à la Faculté des Sciences de Paris, par Henry le Chatelier, Membre de l'Institut. Paris, Dunod et Pinat; A. Hermann, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique, par le Dr E. Maurel; T. I. *Nos aliments : Origine, évolution, minéralisation, élimination.* T. II. *La ration à l'état normal : Ration moyenne d'entretien de l'adulte; ration de croissance et après l'âge adulte.* Paris, O. Doin, 1906 et 1908; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1906, sous la direction de M. Maurice Levy, par MM. Nouailhac-Pioch et E. Maillet; Résumé et Atlas. Paris, Ponts et Chaussées, Service hydrométrique du Bassin de la Seine; 1 fasc. in-4° et 1 fasc. in-f°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. XXVIII, 1re livraison. Saint-Étienne, J. Thomas, 1908; 1 fasc. in-8°.

Le Centre médical et pharmaceutique; 14e année, n° 1, 1er juillet 1908. Commentry (Allier); 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. X, année 1907. Angers, Germain et G. Grassin, 1907; 1 vol. in-8°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1911. Washington, Bureau of Equipment, 1907; 1 vol. in-4°.

Francis Drake, on the northwest coast of America in the year 1579, by GEORGES DAVIDSON. (*Transaction and proceedings of the geographical Society of the Pacific;* 2e série, t. V, 1908.) San Francisco; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Geodetic Survey of South Africa; t. V : *Reports on the geodetic Survey of the Transvaal and Orange River Colony,* executed by colonel sir W.-G. MORRIS, and of its connection, by captain H.-W. GORDON, *with the geodetic Survey of Southern Rodesia,* with a preface and introduction, by sir DAVID GILL. Londres, Harrison et fils, 1908; 1 vol. in-f°.

A sketch of the geography and geology of the Himalaya mountains and Tibet, by colonel S.-G. BURRARD and H.-H. HAYDEN. I : *The high peaks of Asia.* II : *The principal mountain ranges of Asia.* III : *The rivers of the Himalaya and Tibet.* Calcutta, Superintendent Government printing, India, 1907; 3 fasc. in-4°.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College; t. L : *Revised Harvard photometry, a Catalogue of* 9110 *stars;* t. LXI, Part I : *Researches of the Boyden department,* by WILLIAM-H. PICKERING ; Part II : *Observations made at the auxiliary stations* 1892-1895. Cambridge, Mass., 1908; 3 fasc. in-4°.

Annals of the astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution; t. II : by C.-G. ABBOT and F.-E. FOWEL. Washington, 1908; 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsala; t. XXXIX, année 1907, par F. AKERBLOM. Upsala, 1907; 1 vol. in-4°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1907, herausgegeb. v. L. WEINEK; Jahrgang 68. Prague, 1908; 1 fasc. in-4°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio marittimo di Trieste, contenente le osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche, per l'anno 1904, redatto da EDOARDO MAZELLE; t. XXI. Trieste, 1908; 1 fasc. in-4°.